



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA (NPGEICIMA)**

**ALEXANDRE MOTA MENEZES**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO PROCESSO DE  
FORMAÇÃO CONTINUADA: CONTRIBUIÇÕES E REFLEXÕES DE  
PROFESSORES EM EXERCÍCIO**

São Cristovão  
2016

**ALEXANDRE MOTA MENEZES**

**SEQUÊNCIA DE ENSINO-APRENDIZAGEM NO PROCESSO DE  
FORMAÇÃO CONTINUADA: CONTRIBUIÇÕES E REFLEXÕES DE  
PROFESSORES EM EXERCÍCIO**

Dissertação de mestrado apresentada  
ao Programa de Pós-Graduação em  
Ensino de Ciência e Matemática, da  
Universidade Federal de Sergipe, para a  
obtenção do título de Mestre em Ensino  
de Ciências.

**Orientador:**

Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva

São Cristovão  
2016

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA PROFESSOR ALBERTO CARVALHO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

M543s Menezes, Alexandre Mota  
Sequência de ensino-aprendizagem no processo de formação continuada: contribuições e reflexões de professores em exercício / Alexandre Mota Menezes; orientador Erivanildo Lopes da Silva. – Itabaiana, 2016.  
72 f.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Matemática) – Universidade Federal de Sergipe, 2016.

1. Matemática – estudo e ensino. 2. Ciências – ensino e aprendizagem. 3. Formação continuada – professores. I. Silva, Erivanildo Lopes da, orient. II. Título.

CDU 51:37



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
NÚCLEO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA - NPGECEMA



**SEQUÊNCIA DE ENSINO APRENDIZAGEM NO PROCESSO DE  
FORMAÇÃO CONTINUADA: CONTRIBUIÇÕES E REFLEXÕES DE  
PROFESSORES EM EXERCÍCIO**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM  
04 DE MARÇO DE 2016

Erivanildo Lopes da Silva  
PROF. DR. ERIVANILDO LOPES DA SILVA

Neide Maria Michellan Kiouranis  
PROFa. DRa. NEIDE MARIA MICHELLAN KIOURANIS

Acácio Alexandre Pagan  
PROF. DR. ACÁCIO ALEXANDRE PAGAN

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, irmãos e a todos os familiares, pelo apoio.

À minha namorada, por sempre acreditar em mim.

Ao meu orientador, por compartilhar de seu conhecimento e experiência comigo.

A todos os meus amigos.

## RESUMO

Diante da busca pela melhoria do ensino de ciências, as discussões e reflexões na formação inicial e continuada de professores mostram-se fundamentais. Sendo assim, o presente trabalho busca apresentar elementos para discussão advinda de um projeto de pesquisa sobre as influências epistemológica, pedagógica e didática nas escolhas feitas por professores inseridos num processo de formação continuada, trabalhando com validação de uma *Sequência de ensino-aprendizagem* (SEA). O material foi elaborado pelo pesquisador durante a graduação e validado na pós-graduação. A SEA é, então, discutida, aplicada e reelaborada por professores do ensino médio, com o objetivo de compreender as escolhas feitas por eles durante esse processo. As discussões mostraram que, entre as dificuldades enfrentadas pelos professores, a necessidade de abordar todo o conteúdo de forma sistemática, a relação professor-aluno e questões estruturais da escola são fatores determinantes nas escolhas de atividades no processo de elaboração de materiais didáticos próprios. Essas dificuldades interferem na elaboração e aplicação de materiais com a *Abordagem CTS* e com a *Experimentação problematizadora*.

**Palavras-chave:** sequência de ensino-aprendizagem; formação continuada; dimensões de Méheut

## ABSTRACT

On the quest for improvement of science teaching, both discussions and reflexions in beginning and continuous formation of teachers show to be fundamental. So, this study aims to present subjects for discussion came from a research project on epistemological, pedagogical, and didactic influences in choices made by teachers insert in a continuous formation process, working with a validation named "Sequência de ensino-aprendizagem – SEA" (Teaching-learning sequence). The relative material was developed by this researcher, and it was validated during graduation course. In postgraduate course, the so-called SEA was analyzed, put in, and remade by teachers of high-school, aiming the comprehension of the choices made by teachers during program. Discussions have shown that difficulties faced by the teachers, as well as the need to apply all subject of a systematic way, the teacher-student relationship, organizational and structural questions of school have been determinant factors in choices made by teachers in their activities. Such difficulties interfere in application of materials with the so-called "Abordagem CTS" (Scientific, technological and social approach), and "Experimentação problematizadora".

**Keywords:** teaching-learning sequence, continuous formation, Méheut dimentions

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<b>ACT</b>	Alfabetização Científica e Tecnológica
<b>PIBID</b>	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
<b>SD</b>	Sequências didáticas
<b>TLS</b>	Teaching-learning-Sequences
<b>SPEC</b>	Subprograma Educação para a Ciência
<b>SEA</b>	Sequências de ensino-aprendizagem
<b>CTS</b>	Ciência, Tecnologia e Sociedade
<b>RAM</b>	Relações Aluno/Mundo-material
<b>RCA</b>	Relações Conhecimento-científico/Aluno
<b>RPC</b>	Relações Professor/Conhecimento-Científico
<b>RPM</b>	Relações Professor/Mundo-Material
<b>RPC</b>	Relações professor/conhecimento-científico
<b>RPM</b>	Relações professor/mundo-material
<b>CTSA</b>	Tecnologia, Sociedade e Ambiente
<b>CT</b>	Ciência e Tecnologia

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - Representações das ideias de Méheut .....	19
<b>Figura 2</b> - Esquema para construção de uma SEA .....	21
<b>Figura 3</b> - Esquema para validação de materiais didáticos (Nurkka, 2008) ...	26
<b>Figura 4</b> - Esquema da Experiência de ensino .....	36
<b>Figura 5</b> - Esquema Experiência de Ensino II .....	38
<b>Figura 6</b> - Esquema utilizado para coleta de dados na Experiência de ensino II.....	40
<b>Figura 7</b> - Esquema utilizado para coleta de dados na Experiência de ensino II .....	41
<b>Figura 8</b> - Barreiras impostas pela <i>Dimensão epistemológica</i> .....	49
<b>Figura 9</b> - Questões antes e após a reformulação da SEA do pesquisador (Experiência de ensino I).....	52
<b>Figura 10</b> - Barreiras impostas pela <i>Dimensão pedagógica</i> .....	54
<b>Figura 11</b> - Questão problematizadora do pesquisador e dos professores .....	60
<b>Quadro 1</b> - Aulas e objetivos da SEA elaborada pelos professores sobre Cinética .....	43
<b>Quadro 2</b> - Composições que representam as concepções dos professores sobre a <i>Abordagem CTS</i> e a <i>Experimentação problematizadora</i>	45
<b>Quadro 3</b> - Aulas e objetivos da SEA elaboradas pelos professores sobre Cinética .....	57



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	08
2	REVISÃO DA LITERATURA .....	10
2.1	Formação continuada .....	10
2.2	Sequências de ensino-aprendizagem (SEA) .....	12
2.3	Material didático e a formação de professores .....	14
3	MARCO TEÓRICO .....	17
3.1	Perspectivas para formação continuada mediada pela abordagem de materiais didáticos .....	17
3.2	<i>As Sequência de ensino-aprendizagem (SEA) e suas dimensões</i> .....	18
3.3	Perspectivas para a <i>Relação mundo-material/conhecimento-científico</i> na SEA .....	22
3.4	Perspectivas para <i>Experimentação investigativa: ferramenta para compreender as Relações mundo-material/conhecimento-científico..</i>	24
4	METODOLOGIA .....	26
4.1	<i>A Sequência de ensino-aprendizagem (SEA)</i> .....	29
4.2	Ações formativas .....	34
4.3	Ações para coleta de dados .....	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	43
5.1	Das concepções dos professores sobre <i>Abordagem CTS e Experimentação problematizadora</i> ao início das discussões e na elaboração de materiais próprios .....	44
5.2	<i>Dimensão epistemológica e as perspectivas da Experimentação problematizadora e Abordagem CTS</i> .....	48
5.3	<i>Dimensão pedagógica e as perspectivas da Experimentação problematizadora e Abordagem CTS</i> .....	53
5.4	Dimensão didática .....	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
	REFERÊNCIAS .....	67

## 1 INTRODUÇÃO

A necessidade de melhorias no ensino de ciências faz com que a pesquisa na formação inicial e continuada de professores se potencialize. Afinal, transformações mais profundas no ensino passa pela formação de professores, sobretudo, pela problematização do papel do educador.

Uma alternativa para fazer reflexões na formação continuada é a elaboração e aplicação de *Sequências de ensino-aprendizagem* (SEA), o que requer conhecimento não dicotômico da teoria e da prática. Esse processo deve ser um momento de aprendizagem e reflexão para o professor, permitindo a evolução na atividade docente.

A abordagem de SEA remete a explorar duas perspectivas inerentes aos processos de ensino e aprendizagem, sendo uma de ordem epistemológica e outra de ordem pedagógica. Dessa forma, para que as SEA sejam implementadas em sala de aula são necessários conhecimentos sobre as dimensões *epistemológica*, *pedagógica* e, ainda uma outra, fortemente ligada a pedagógica, a *didática*. Na *Dimensão epistemológica*, destacam-se questões metodológicas, situações de ensino e aprendizagem. Na *Dimensão pedagógica*, o foco está na relação professor-aluno. Na *Dimensão didática*, a estrutura da escola é levada em consideração para o desenvolvimento das atividades, englobando tanto a parte física quanto as questões organizacionais da escola, como exemplo: o número de aulas semanais e a duração dessas aulas. Com base nas dimensões apresentadas, as SEA podem proporcionar uma discussão sobre os aspectos formativos que contribuem para a formação de professores como também para a pesquisa.

No que tange a aspectos da aprendizagem em uma SEA, a literatura apresenta algumas abordagens que podem proporcionar que tal objetivo seja alcançado, são elas: a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*. Porém, por meio de alguns estudos, percebe-se que essas abordagens não estão muito presentes no ensino regular. Então, surge a pergunta: por que os professores não utilizam essas abordagens como alternativas de ensino? Quais questões estão envolvidas para justificar este contexto? Dessa forma, este trabalho teve como objetivo investigar as escolhas e justificativas realizadas por professores para inserção ou não de determinadas atividades, durante duas etapas de elaboração, aplicação e reelaboração de *Sequências de ensino-aprendizagem*. Sendo a análise

realizada com base nas *Dimensões epistemológica, pedagógica e didática*. Como forma de investigar as escolhas e justificativas, a pesquisa considerou dois aspectos largamente defendidos na abordagem de Sequências de Ensino Aprendizagem no ensino de ciências: a *Experimentação problematizadora* e a abordagem baseada na tríade "ciência-tecnologia-sociedade" (CTS). Sendo assim, as ações formativas focavam na problematização de um material didático pré-elaborado pelo pesquisador, e posteriormente, na elaboração de um novo material pelos professores.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Formação continuada

A discussão sobre a formação continuada inicia-se por uma breve apresentação de algumas questões sociais e políticas do profissional-professor da educação brasileira. Nesse sentido, de modo emblemático, apresenta-se o Subprograma Educação para a Ciência (Spec), implementado pela Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Ensino Superior (Capes), em 1983. Maldaner (2006) fala que o Spec forneceu uma grande quantidade de material, porém, esses não chegaram à sala de aula, e logo, o projeto foi extinto. Esse programa e outros, que de algum modo buscavam melhorar a educação, com sucesso ou não, foram guiados pelo imediatismo, muitas vezes sem reflexões profundas, resultando em medidas governamentais carregadas de improvisações. Schnetzler (2002) critica algumas das ações de formação continuada implantadas pelos governantes, a fim de tentar melhorar o quadro educacional. Entre elas, estão os cursos de capacitação ou reciclagem docente. Em linhas gerais, esses dois últimos pesquisadores falam sobre a pouca contribuição dessas ações para a melhoria das aulas, sejam em aulas de professores universitários, de ensino fundamental ou de ensino médio.

Algumas das explicações para o fracasso desses cursos podem aflorar na forma como ideologicamente as ações são arquitetadas. O que é tratado nesses cursos, em muitos casos, não tem relação com os problemas reais enfrentados pelos professores, mas sim com o que o ministrante (professor universitário) considera importante. E mesmo, quando o curso aborda problemas apontados pelos professores, a contribuição ainda é pouca, pois o curso se encerra em poucas horas de interação, dos quais o professor volta à sua realidade sozinho, sem a possibilidade de discutir os resultados de suas ações, buscando melhorá-las (VAILLANT; MARCELO, 1998).

Maldaner (2006) fala de outras medidas que fracassaram, são exemplos delas a criação de alguns documentos para a educação brasileira, a exemplo dos *Parâmetros curriculares nacionais* (PCN), entre outros. O autor ainda questiona que,

no momento da sua criação, acreditava-se que eles poderiam transformar a educação, mas talvez isso pudesse acontecer se tivesse ocorrido um debate significativo sobre tais documentos.

Maldaner (2006) fala da exclusão dos professores em discussões sobre as questões centrais ligadas a ações que chegam à sala de aula e até mesmo a pontos relacionados à sua própria formação. Este autor vai mais longe, ao argumentar que, ao invés de trazer o professor para o debate, eles acabam sendo os “vilões” causadores dos principais problemas que criam obstáculos a reformas educacionais. Maldaner (2006) acredita que a melhor forma de conduzir as melhorias educacionais é dando voz aos professores, permitindo uma reflexão coletiva de sua prática. Enfatiza ainda que os próprios educadores possam encontrar uma forma de pesquisar e refletir sobre a atividade docente, visando sua melhoria. Seria uma tentativa de transformar o professor num pesquisador, ou seja, um profissional que refletisse de forma crítica sua prática e sua realidade, sempre buscando novas soluções e se renovando a cada momento (MALDANER, 2006).

Assim, essas falas remetem-nos a pensar o que vem a ser esse professor-pesquisador e reflexivo. Isso, para que não venhamos a reproduzir discursos impregnados ideologicamente e não plurais (DIAS; LOPES, 2003). Nesse sentido, destacamos o alerta de Schnetzler (2002), no qual a pesquisadora argumenta que a bandeira dos professores reflexivos e pesquisadores de sua própria prática torna-se jargão com vários significados carentes de qualificação. Isso, devido a serem usados para qualificar modelos de realidade técnica, como também os programas de formação continuada no *locus* escolar não garantem qualidade, pois, apesar do fato de concentrar suas ações na escola, as atividades desenvolvidas podem ser apresentadas por parceiros universitários que estabelecem, antes mesmo do projeto ser implementado, aspectos em que os professores devem refletir e saber. Precisa-se de parcerias colaborativas entre os professores da educação básica e os professores universitários, com o objetivo de revelar e trabalhar os verdadeiros problemas presentes nas salas de aula. Estes precisam tornar acessíveis as contribuições alcançadas por meio da pesquisa de educação em ciências (SCHNETZLER, 2002).

## 2.2 Sequências de ensino-aprendizagem (SEA)

O processo de elaboração de *Sequências de ensino-aprendizagem* (SEA) é algo complexo que requer reflexão, pesquisa e conhecimento. Dessa forma, esse processo de construção de SEA está diretamente ligado a ações formativas que contribuem para a formação de professores. Além disso, a aplicação e a reelaboração contribuem também para formação dos professores, na medida em que possibilitam a reflexão e autoavaliação, contribuindo da mesma forma para a pesquisa.

Giordan, Guimarães e Massi (2011), através de análise de *Sequências didáticas* (SD) da área de Biologia, apresentam tendências para pesquisa no ensino de ciências. O trabalho desses autores aponta que, no âmbito internacional, as SD vêm sendo estudadas no contexto da didática francesa no ensino de Matemática e no contexto de *Teaching-learning-sequences* (TLS). No contexto nacional, as pesquisas em ensino e as SD fundamentam-se à linha francesa de investigação e entendem a *Teoria das situações didáticas* de Brousseau (2008). Nesse estudo, Giordan e colaboradores realizaram um levantamento local de tendências na investigação sobre SD no ensino de ciências. Foram analisados resumos das teses nos programas de pós-graduação do país, através da busca no banco de dados da Capes. Em seguida, analisaram-se os artigos apresentados em todos os encontros nacionais de pesquisa de educação em ciências. Os autores chegaram à conclusão de que as *Sequências didáticas* (SD) vêm sendo discutidas como instrumentos de planejamento de ensino e como objetos de pesquisa docente.

Leach e Scott (2000), num estudo teórico, apresentam uma visão geral do que constitui uma *Sequência de ensino-aprendizagem* (SEA), mostrando as dificuldades na avaliação dos resultados. Destacam que grande parte das avaliações da eficácia do ensino é feita aplicando-se pré-testes e pós-testes que permitem levantar considerações sobre os objetivos das SD, principalmente definir o grau em que as SEA foram bem-sucedidas. Porém, para os autores, estudos que consideram essa perspectiva não permitem avaliar a eficácia do material didático ao ser comparado ao ensino tradicional. Segundo esses pesquisadores, para comparar as duas metodologias de ensino, é necessário um grau de compatibilidade da população à qual as *Sequências* serão aplicadas. É importante ter instrumentos de avaliação que

não favoreçam a nenhuma das metodologias. Outro ponto destacado pelos autores é a experiência do professor.

Linjse e Klaassen (2004), também em bases teóricas, discutem as SEA como estruturas didáticas avaliando suas vantagens e desvantagens. Os autores argumentam que na abordagem com esses materiais didáticos, deve-se realizar uma “análise” das “teorias de ensino” que se podem usar, exemplos: behaviorismo, processamento de informações e construtivismo. Linjse e Klaassen (2004) destacam o fato de o construtivismo na área da aprendizagem basear-se em um conhecimento existente, sendo base para a construção de um novo conhecimento.

Para Linjse e Klaassen (2004), a abordagem problematizadora deve ter uma análise didática minuciosa dos conteúdos ensinados e suas relações. A construção do conhecimento e seus derivados terão efeito em sua funcionalidade, ou melhor, em seu significado para o estudante. O conhecimento pode funcionar (ter significado) em quatro orientações: i) práticas (aprender a lidar-usar); ii) teórica (aprender a compreender a natureza); iii) técnica industrial (aprender a desenhar artefatos técnicos ou de produtos industriais); e iv) social (aprender sobre ciência e sociedade).

Para Nurkka (2008), que realizou um estudo sobre o processo de validação de *Sequencias de ensino-aprendizagem* no âmbito da escola secundária, uma SEA inclui um processo de investigação baseada no evolutivo gradual que tem por objetivo vincular ao conhecimento científico as perspectivas dos alunos. Lijnse (2000) fala que é muito difícil ou quase impossível o professor fazer isso. Nurkka (2008) usa em seu trabalho o "modelo de construção educacional", pois este permite levar em conta a estrutura do conteúdo e também realizar uma análise do ponto de vista científico e dos objetivos educacionais. Esse modelo baseia-se em três componentes relacionados, sendo esses: i) análise do conteúdo científico; ii) investigação sobre as perspectivas dos alunos; e iii) *design* do ambiente de aprendizagem.

Nesse modelo, o papel do professor é importante, quando visto na visão sociocultural de Vygotsky, sendo a aprendizagem um processo de internalização em que pessoas conseguem utilizar elementos conceituais relacionados a um plano socialmente construído. Assim, nessa perspectiva, a compreensão do aluno ocorre através das interações sociais do tipo aluno-aluno e aluno-professor, cabendo ao docente tornar as ideias disponíveis no plano social, sobretudo observando o nível

de interação em sala de aula. Não é só importante observar as atividades desenvolvidas em sala de aula, mas também, o nível de interação em que ocorrem, ao passo que elas ocorrem (fator que deve ser tomado em consideração durante a construção de uma SEA).

### **2.3 Material didático e a formação de professores**

Como destacado anteriormente, a exploração de materiais didáticos como processo de mediação na formação inicial e/ou continuada de professores vem sendo defendida por alguns pesquisadores nos âmbitos da pesquisa em educação e em ensino de ciências. Destaca-se que o papel da elaboração de material está em estabelecer o estreitamento entre pesquisa no ensino de Química e sua utilização na melhoria do ensino-aprendizagem em sala de aula, de modo que o professor também atue como pesquisador e não como objeto pesquisado (SCHNETZLER, 2002).

Trazendo essa discussão inicialmente na perspectiva da pesquisa em educação, Mazzeu (1998), em um estudo teórico, apresenta uma proposta para a formação de professores com base na pedagogia histórico-crítica. O pesquisador em questão destaca a dicotomia da prática pedagógica. Nela, se separam o processo de aprendizagem do aluno do processo de formação continuada de professores, gerando, então, diferentes paradigmas teórico-metodológicos para análise dos dois processos. Assim, Mazzeu defende que a formação continuada deva centrar-se em três eixos: i) domínio do saber escolar acumulado e metodologias para ensiná-los; ii) desenvolvimento de ação e reflexão autônomas e críticas; iii) postura ético-política influenciada por sentimentos e valores que possibilitem o desenvolvimento dos alunos e dos professores como seres humanos.

Trazendo a discussão da mediação de materiais didáticos na formação de professores no âmbito do ensino de ciências, Silva (2014), em sua tese, investigou as contribuições das *Sequências de ensino-aprendizagem* (SEA) na formação inicial de discentes da Universidade Federal de Sergipe, *campus* de Itabaiana; os materiais didáticos tinham como foco a interdisciplinaridade, cotidiano e história da ciência. Para isso, foi utilizada a análise documental, além da realização de entrevistas de um grupo focal. A SEA foi um recurso para a problematização da formação de um grupo denominado "Comunidade de aprendizagem de professores", que a cada



reunião se aprofundava nas discussões sobre a interdisciplinaridade, a história da ciência e o cotidiano. Problemas de gestão escolar e desvalorização docente foram barreiras para a aplicação do material. Silva (2014) ressalta que se sentiu frustrado, pois as SEA não puderam ser aplicadas com todo seu potencial, devido a problemas enfrentados pelos licenciandos durante o estágio, sendo possíveis fatores para um possível abandono de carreira que ainda não havia iniciado.

Eichler e Del-Pino (2010) apresentam um relato histórico com vários ciclos de produção de material didático que envolve licenciandos em Química e professores do ensino básico (enquanto alunos de especialização e extensão na área de *Educação química* na UFRGS). Isso foi feito com base na *Pedagogia crítica*, e utilizou-se da abordagem de temas geradores na elaboração de conteúdos disciplinares. Posteriormente, foi feita uma reflexão sobre o referencial-base para produção do material didático, que seria alternativo ao livro-padrão, como uma estratégia para a formação inicial e continuada de professores. Logo, existe a necessidade de se desenvolver políticas públicas que articulem a formação de professores e a produção de material didático como prática reflexiva.

Marcondes e colaboradores (2009), em seu trabalho, investigaram a concepção de contextualização de um grupo de professores no ensino de Química, durante o processo de construção de unidades didáticas. A pesquisa foi realizada num curso de formação continuada para professores da região metropolitana de São Paulo e teve como metodologia a elaboração de materiais didáticos. Ao fazer a análise dessas unidades didáticas os pesquisadores focaram na presença de problematização e de seu desenvolvimento ao longo do material, também na relação dos experimentos com a problematização, bem como a relação dos textos com o tema. Dessa forma, foi possível construir quatro perfis de contextualização para caracterizar as unidades, sendo eles: exemplificação, descrição, problematização e compreensão da realidade.

Em linhas gerais, pode-se afirmar que, para tais pesquisadores, através da abordagem de materiais didáticos elaborados pelos próprios professores, pode-se fazer reflexões importantes sobre em que os professores acreditam ou não, a respeito de questões centrais dos processos de ensino e de aprendizagem. Pode-se debater, por exemplo, sobre as escolhas feitas por professores durante o processo de elaboração de materiais didáticos ou planos de aula, buscando-se identificar os fatores motivadores dessas escolhas.

A produção de SEA pode ser uma alternativa que favoreça identificar fatores que vão ajudar a melhorar o ensino-aprendizagem, sendo a *Abordagem CTS* (ciência, tecnologia e sociedade) e a *Experimentação investigativa* perspectivas para discutir como alunos podem aprender mais efetivamente sobre conhecimentos científicos relacionados ao mundo físico que os rodeia (relação conhecimento científico/mundo material).

### **3 MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 Perspectivas para formação continuada mediada pela abordagem de materiais didáticos**

Três pontos são destacados por Schnetzler (1996) sobre a formação continuada. Primeiramente, a necessidade de aprimoramento e de reflexões críticas sobre a própria prática. Em segundo, a diminuição do distanciamento entre as contribuições da pesquisa em educação e sua utilização em sala de aula, e, por último, a mudança na concepção simplista dos professores sobre o trabalho docente, pois muitos acreditam que, para ensinar, basta ter conhecimentos do conteúdo e utilizar algumas técnicas pedagógicas.

É possível encarar o professor como construtor de sua prática, alterando o papel da universidade, que antes baseava-se em um modelo racionalista técnico, visão também vista na formação continuada, assim os cursos se fundamentavam em apresentar como se dá aula. Deve-se pensar então na formação continuada sobre a visão da racionalidade prática, fundamentada nas ações pedagógicas produzidas a partir dos saberes dos professores, permitindo reflexões das ações, como também o desenvolvimento dos professores como profissionais (ROSA, SCHNETZLER, 2003).

Nóvoa (1995) fala que a formação continuada é coletiva e está relacionada à experiência e à reflexão, sendo importante a troca de saberes que consolida a formação. Tardif e Raymond (2000) falam que, para os professores, os saberes dão mais importância aos saberes adquiridos pela experiência. Gauthier (1998) ressalta que a experiência é importante, mas deve ser reforçada com conhecimentos teóricos e metodológicos em um processo formativo.

A formação de professores ainda é uma preocupação e vem passando por mudanças em seu formato, deixando de ser técnica e passando a ser mais pedagógica. A Universidade de Brasília (UnB) reformulou seu currículo, entrelaçando os conhecimentos químicos com os da Psicologia, da Filosofia, Pedagogia e História das ciências (GAUCHE et al., 2008). A Universidade Federal da Bahia (UFBA) sugere, na formação de professores de Química, a problematização da prática, articulando conhecimentos pedagógicos e químicos por meio da prática docente numa perspectiva reflexiva (SILVA et al., 2010).

Encarar a prática didático-pedagógica como um ponto de partida através da construção de materiais didáticos cria condições para introduzir novas perspectivas no âmbito da sala de aula (FITZSIMMONS; KERPELMAN, 1994; AKERVELD; NENTWING, 1996). A produção de material didático pode permitir a reflexão sobre a prática, proporcionando a consciência de necessidade de mudança.

Foi destacado que autores como Eicheler e Del-Pino (2010) defendem a construção e problematização de materiais didáticos a fim de possibilitar discussões e reflexões sobre o ensino. Em sua tese, Silva (2014) defende que a problematização e a elaboração de SEA ajuda os futuros professores a reelaborarem suas concepções do ser professor e superarem currículos predominantes. Assim, acredita-se que a discussão sobre SEA na formação continuada permite a reflexão através da elaboração e aplicação.

### **3.2 As sequências de ensino-aprendizagem (SEA) e suas dimensões**

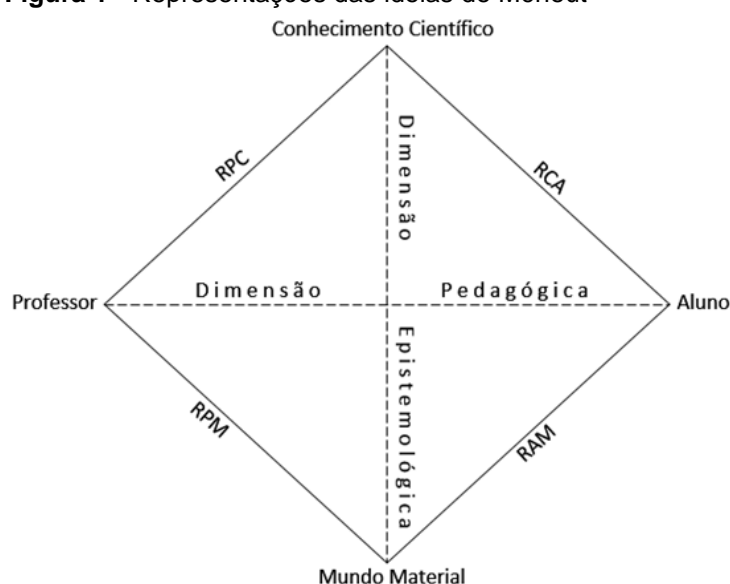
No âmbito da educação, existem algumas definições sobre o que é uma *Sequência de ensino-aprendizagem* ou *Sequência didática*. Neste trabalho, usaremos o termo *Sequências de ensino-aprendizagem* (SEA). Zabala (1998) usa *Sequência didática* (SD) para definir um conjunto de atividades organizadas e bem estruturadas com um objetivo educacional, destacando que as metas, o início e o fim da proposta são conhecidas pelos alunos e pelos professores. Moholides e colaboradores (2009) definem SD como um conjunto de elementos variados que abordam um conteúdo, possibilitando sua aprendizagem de forma gradativa. Méheut e Psillos (2004) usam o termo *Teaching-learning sequences* (TLS), tradução: *Sequência de ensino-aprendizagem*, para definir um currículo curto de atividades em sequência, com objetivo de melhorar o ensino e a aprendizagem. Apesar dos diferentes termos, nota-se bastante semelhança nas definições, principalmente ao falarem que são atividades que buscam a melhoria do ensino e da aprendizagem.

Méheut (2005) apresenta algumas considerações que devem ser tomadas no processo de elaboração de uma SEA, como também apresenta caminhos para fazer a validação desse material. Por esse motivo, mostra-se um modelo interessante para aplicação.

Méheut e Psillos (2004) fazem uma análise bibliográfica das SEA publicadas entre 1970-80. Nesse período, as pesquisas foram voltadas para o ensino e

investigavam as concepções prévias dos alunos (conhecimentos espontâneos), fortalecendo abordagens centradas nos alunos, enfatizando os seus recursos e potencialidades em confrontar suas ideias em relação ao mundo material (DRIVER; OLDFHAM, 1986). Destacam-se também as relações existentes entre aspectos relacionados aos estudantes, mundo material (contexto), professores e conhecimento científico (conceitos). Méheut e Psillos (2004) apresentam o modelo do *Losango didático* que mostra as relações levadas em conta na construção e validação de uma SEA.

**Figura 1** - Representações das ideias de Méheut



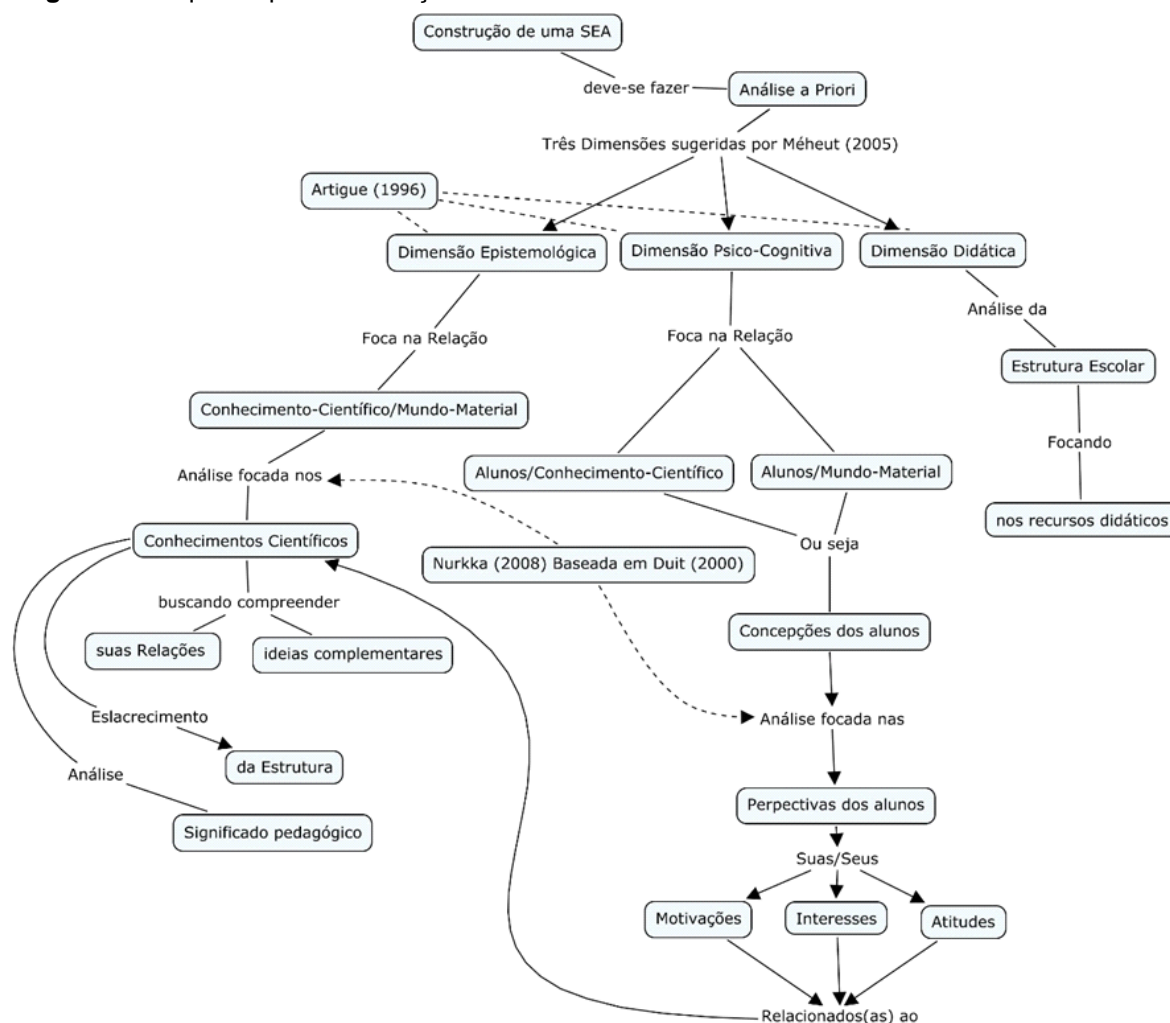
**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

O eixo vertical representa uma *Dimensão epistêmica*, ou seja, como o conhecimento se relaciona com o mundo material. Nesse eixo, evidenciam-se suposições sobre os processos de elaboração e validação do conhecimento científico, como a abordagem e a metodologia escolhidas. O eixo horizontal representa a *Dimensão pedagógica*. Encontramos ao longo deste eixo escolhas sobre o papel de um professor. No vértice da figura 1, representado pela sigla RAM (relações aluno/mundo-material) estão as concepções espontâneas dos alunos sobre os fenômenos científicos que têm origem em suas experiências diárias. Podemos falar que são as concepções prévias. Já no vértice RCA (relações conhecimento-científico/aluno) encontram-se as atitudes dos discentes em relação ao conhecimento científico que podem ser atitudes positivas ou negativas e podem

ter relação com as seguintes questões: Qual o interesse? Qual a motivação? Qual a utilidade em aprender determinado assunto?

No eixo vertical, encontra-se a relação professor-aluno presente na *Dimensão pedagógica*, responsável pelas escolhas dos professores (MÉHEUT, PSILLOS, 2004). Deve-se considerar também que as relações aqui destacadas como RPC (relações professor/conhecimento-científico) e RPM (relações professor/mundo-material) também irão influenciar nas escolhas feitas pelos professores. Acredita-se que se o professor não consegue compreender as *Relações conhecimento-científico/mundo-material*. Isso irá influenciar nas escolhas e dificultará as relações com os alunos. E a compreensão destas relações depende da RPM e RPC. Por exemplo, se o professor tem uma forte apreensão e domínio pelos conhecimentos científicos a ponto de considerá-los como único tema de interesse em sala de aula, suas escolhas tenderão a não abrir debate sobre situações problemas em que esse tema é utilizado.

O esquema mostrado na figura 2 mostra alguns aspectos que devem ser levados em consideração na elaboração de uma SEA, segundo Méheut (2005).

**Figura 2** - Esquema para construção de uma SEA

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

A figura 2 deixa claro os caminhos para a elaboração de uma SEA. Sendo a etapa inicial a análise *a priori*, na qual deve-se conhecer as três dimensões citadas por Méheut (2005). Na *Dimensão epistemológica* deve-se se preocupar com a *Relação conhecimento-científico/mundo-material*, que engloba a contextualização, sendo importante conhecer a gênese, estrutura e significado pedagógico do que se deseja ensinar. A *Dimensão psico-cognitiva* foca na relação dos alunos com o conhecimento científico e com o mundo material. Deve-se, então, preocupar-se com as perspectivas dos alunos em relação ao conhecimento científico. Por último Méheut (2005), com base em Artigue (1996), destaca a importância de conhecer a *Dimensão didática* antes da elaboração de qualquer material didático. Essa dimensão está relacionada à estrutura e aos recursos escolares e como ela pode influenciar no desenvolvimento das aulas.

A *Dimensão epistemológica* está obviamente no eixo vertical, porém, deve-se incorporar as relações RPM e RPC que se relacionam com o eixo horizontal. Já a *Dimensão didática* (eixo horizontal) define as relações professores-alunos e as escolhas feitas pelos professores, considerando que o espaço escolar influencia diretamente nas relações e nas escolhas metodológicas feitas pelos professores.

Méheut baseia-se muito nas ideias de *Reconstrução educacional* (RE) defendidas por Duit (2000) e *Engenharia didática*, de Artigue (1996). O modelo de RE consiste em três componentes: i) apreensão e análise do conhecimento científico, com o objetivo de entender as ideias complementares e suas relações; ii) investigação sobre as perspectivas dos alunos relacionadas a concepções sobre o conteúdo e suas motivações, interesses e atitudes; e iii) esclarecimento da estrutura do conteúdo científico e uma análise do significado pedagógico do conteúdo, para um desenvolvimento e avaliações de módulos instrucionais (DUI, 2000; DUI et al., 2005; KOMOREK; DUI, 2004).

Como foi salientado, Méheut (2005) também baseia-se na *Engenharia didática*, de Artigue (1996), modelo este que sugere três dimensões para uma análise *a priori*: *Dimensão epistemológica*: análise do conteúdo a ser aprendido, os problemas e sua gênese histórica; *Dimensão psico-cognitiva*: análises cognitivas dos alunos; *Dimensão didática*: análise do funcionamento da instituição de ensino. Trazendo essas dimensões de Artigue, percebe-se claramente por que o *Losango didático*, de Méheut, apresenta a *Dimensão psico-cognitiva* relacionada com as RCA; e as RAM, com a *Dimensão pedagógica*. Méheut (2005), com base em Artigue (1996), destaca a importância de conhecer a *Dimensão didática* antes da elaboração de qualquer material didático. Essa dimensão está relacionada à estrutura, aos recursos escolares e à maneira como ela pode influenciar no desenvolvimento das aulas.

### 3.3 Perspectivas para a *Relação mundo-material/conhecimento-científico* na SEA

O eixo proposto no modelo *Losango didático* presume uma estreita relação "mundo material e conhecimento científico". Esta relação está inserida na *Dimensão epistemológica*, na qual Méheut (2005) fala que o professor deve conhecer bem antes da elaboração de uma SEA. A literatura mostra que uma das formas mais efetivas de estabelecer relações entre conceito e contexto pode vir com a



abordagem de temas significativos (AULER, 2003). No que tange aos contextos, esses temas devem envolver contradições sociais que levem os conteúdos para uma dimensão crítica (DELIZOICOV, 1991). Angotti (1993) entende que os temas geradores são determinados pela dimensão ontológica influenciada pelas concepções dos grupos escolares. Santos (1992) fala que o uso de temas sociais é justificado pelo fato de fazerem relações entre aspectos científicos, tecnológicos e sociais, proporcionando o desenvolvimento de atitudes de tomada de decisão nos alunos. A simples inserção desses temas nos currículos não garante aprendizagem. É necessária uma mudança nos métodos (SANTOS; MORTIMER, 2000). Cachapuz (1999) destaca ensinamentos baseados em situações-problema presentes em contextos reais. A educação preocupa-se com questões de ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), não como meras exemplificações, mas como ponto de partida para a aprendizagem.

A introdução de uma *Abordagem CTS* promove o interesse pela ciência; busca a resolução de problemas de ordem pessoal e social; melhora a criatividade, permitindo compreender as interações entre a ciência e a tecnologia (MARCONDES et al., 2009). Sendo assim, acredita-se que as SEA podem ser baseadas no modelo de Delizoicov (1991), o qual busca trazer para a educação formal as ideias de Freire. O modelo é dividido em três etapas: problematização inicial; organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento. Na problematização inicial, é definida uma situação real que deve estar relacionada com o tema a ser desenvolvido. A princípio, os alunos vão apresentar conhecimentos para entender essa situação. Esse conhecimento apresentado deve ser questionado amplificando as discussões. No final, os alunos devem notar que precisam de novos conhecimentos para poderem interpretar aquela situação. O segundo momento, organização do conhecimento, é a etapa em que os conhecimentos necessários para compreender a situação são estudados de forma organizada. O último momento busca investigar a capacidade dos alunos de aplicarem os conhecimentos aprendidos em diferentes situações em que eles sejam exigidos.

Defendendo a *Abordagem temática*, Auler (2001) argumenta que essa perspectiva pode ser concebida como "reducionista e ampliada". A primeira tem o conteúdo como centro; é unilateral e pouco crítica nas influências causadas pela CT para a sociedade. Já a segunda, vinculada ao referencial freiriano, pode fazer com que os mitos sejam superados. Assim, a alfabetização deveria fazer com que os

alunos tivessem uma leitura crítica do mundo, entendendo as relações entre CTS, fundamentais no processo. Os conteúdos são utilizados para compreender temáticas locais que possuem potencial transformador. A *Abordagem CTS* ampliada deve ter como resultado a *Alfabetização científica e tecnológica* (ACT), que ao resolver problemas, analisar e confrontar argumentos, envolvendo atividades de investigação que podem contribuir para o desenvolvimento de atitudes e competências (PEDROSA, 2001).

Auler (2007), com base em pressupostos do educador Paulo Freire, analisa três dimensões relacionadas à abordagem baseada em temas geradores, o que denomina-se de *Abordagem temática*: a abordagem de temas de relevância social, a interdisciplinaridade e a democratização de processos de tomada de decisão em temas, envolvendo CT. Constata-se que para que o enfoque CTS seja implementado no campo educacional, tem-se a necessidade de se realizar grandes mudanças no campo curricular, as quais possam possibilitar a inserção de temas que se relacionem aos problemas sociais contemporâneos. Os mesmos devem se relacionar com o campo científico-tecnológico por meio de temas sociais acentuados, que possibilitem o seu tratamento de forma interdisciplinar.

Constata-se que, para que o enfoque CTS seja implementado no campo educacional, tem-se a necessidade de se realizar grandes mudanças no campo curricular. Mudanças essas que possam possibilitar a inserção de temas que se relacionem com os problemas sociais contemporâneos, que também se relacionem com o campo científico-tecnológico por meio de temas sociais acentuados que possibilitem o seu tratamento de forma interdisciplinar. A partir da análise de trabalhos sobre intervenções curriculares, é sugerido que seja feito um balizamento teórico-metodológico para o contexto brasileiro, desenvolvido por meio das práxis educacionais estabelecidas, a partir da aproximação entre os pressupostos do educador Paulo Freire e o enfoque CTS.

### **3.4 Perspectivas para *Experimentação investigativa*: ferramenta para compreender as *Relações mundo-material/conhecimento-científico***

Dentro da *Dimensão epistemológica*, Méheut e Psillos (2004) incluem as situações de ensino, ou seja, atividades que podem possibilitar que a aprendizagem ocorra. Por ser uma ciência abstrata, a *Experimentação* ganha um papel

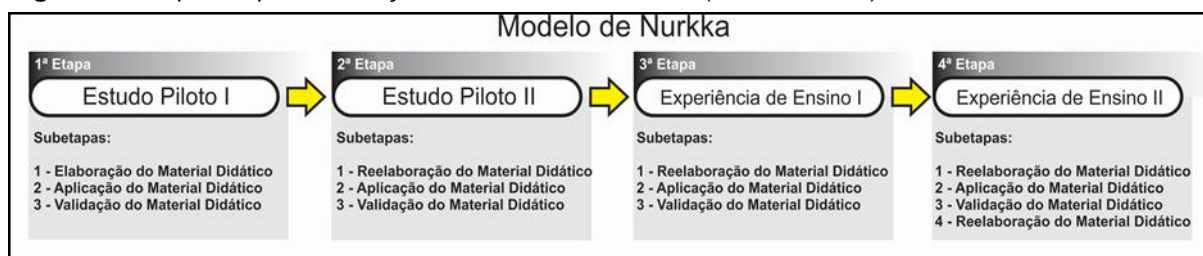
fundamental no ensino e aprendizagem de Química. Logo, ela está inserida da *Dimensão epistemológica* como meio para compreender a *Relação mundo-material e conhecimento-científico*. Contudo, deve-se ter em mente que a realização de experimentos também se relaciona com o eixo pedagógico.

Com intuito de planejar como a experimentação pode ser relacionada com as dimensões do *Losango didático*, deve-se observar o que a literatura fala sobre as atividades experimentais. A investigação atrelada à experimentação contextualizada pode possibilitar a compreensão de conceitos científicos, além de contribuir para a formação cidadã (MARCONDES et al., 2009). As SEA, como instrumentos para melhorar o ensino, podem então apresentar, entre suas atividades, a experimentação principalmente ao trabalharem com conhecimentos de Química, tida como uma ciência experimental. Porém, seu uso deve seguir alguns critérios, pois as experimentações feitas apenas para provar teorias não proporcionam questionamentos e aprendizagens mais consolidadas (SUART; MARCONDES, 2008). Há apenas o comprimento de um roteiro pré-estabelecido (GIL-PÉREZ et al., 1999). Normalmente, é conduzida na forma ilustrativa e quase nenhuma problematização, nem discussão (FRANCISCO JR.; FERREIRA; HARTWING, 2008). Inúmeros autores defendem a experimentação vinculada à investigação com a qual os alunos deveriam ser envolvidos em pequenas pesquisas (POZO, 1998). Destaca-se que a experimentação deve suscitar a investigação, com vistas à elaboração conceitual, sendo muito relevante que o problema seja contextualizado e também significativo (FERREIRA; HARTWING; OLIVEIRA, 2010). É a chamada “experimentação investigativa”, que deve ser empregada atrelada à discussão conceitual e não após a apresentação do aporte teórico (SUART; MARCONDES, 2008). A elaboração desses experimentos deve permitir motivação e aprendizagem, possibilitando aos alunos um desenvolvimento conceitual (FRANCISCO JR., FERREIRA; HARTWING, 2008).

## 4 METODOLOGIA

Todo processo formativo, utilizando a ação mediadora das SEA, assim como as atividades, visando coleta de dados, foi realizado em quatro etapas distintas. Esse caminho metodológico para implementação dos materiais didáticos no contexto escolar adotado foi construído com base em Nurkka (2008). De acordo com essa autora, esse percurso deve ser dividido em quatro etapas, as duas primeiras, denominadas de Estudo-piloto I e II, e as duas últimas, denominadas de Experiência de ensino I e II. Esse caminho é detalhado na figura 3.

**Figura 3** - Esquema para validação de materiais didáticos (Nurkka, 2008)



**Fonte:** Representação do modelo de Nurkka (2008).

Esse modelo metodológico (figura 3), dividido em quatro etapas, destaca que na primeira, Estudo-piloto I, o material didático é elaborado e aplicado por um pesquisador. Após a aplicação, o material é validado. A segunda etapa, Estudo-piloto II, parte dos resultados da validação da etapa anterior, sendo o primeiro passo, nessa nova etapa, a reelaboração do material, de acordo com as reflexões feitas no Estudo-piloto I. Depois disso, o material é aplicado e validado novamente pelo pesquisador. Na terceira etapa, Experiência de ensino I, o pesquisador reelabora o material didático, tendo como base as reflexões feitas na etapa anterior. Na Experiência de ensino II, o material é reelaborado pelo pesquisador, de acordo com as reflexões e contribuições feitas pelo professor aplicador, para depois ser aplicado novamente por outro professor do ensino regular. Por fim, o material é validado e reelaborado pelo pesquisador, levando em consideração as contribuições feitas pelo professor aplicador dessa etapa.

Então, com base no modelo metodológico, durante o Estudo-piloto I, em 2012, em meio à disciplina de Estágio Supervisionado em Ensino de Química II, o autor deste estudo elaborou uma SEA baseada nas ideias de *Abordagem CTS*, tendo como base a *Abordagem temática* de temas significativos de Auler (2003) e da

*Experimentação problematizadora*, baseada nas ideias de Francisco Jr., Ferreira e Hartwing (2008). Importante frisar que essas perspectivas eram defendidas pelos professores formadores do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Sergipe, *campus* Professor Alberto Carvalho. Tais formadores também estabeleciam os modelos de Nurkka (2008) e Mehéut (2005), como pressupostos dos materiais a serem desenvolvidos e aplicados no âmbito do estágio supervisionado. Portanto, a SEA foi elaborada pelo pesquisador, enquanto licenciando do curso da graduação e discutida segundo orientações apontadas por especialistas da área de ensino de ciências.

A SEA elaborada durante o Estudo-piloto I teve como tema gerador *Combustíveis e Energia*, tratando dos conceitos relacionados à Termoquímica. Esse material foi elaborado, então, focando as *Abordagem CTS e Experimentação problematizadora*. No processo de elaboração, foi realizada uma validação *a priori* das *Dimensões psico-cognitiva, didática e epistemológica*. Essa validação teve como objetivo conhecer a estrutura da escola e as dificuldades dos alunos em aprender os conceitos que seriam trabalhados em sala de aula.

Visando superar questões de ordem metodológica na aplicação das SEA, quanto ao fato da aplicação com um único grupo de estudantes, a SEA foi então aplicada em quatro turmas. Acreditava-se que, dessa forma, as variáveis de confusão seriam minimizadas, e os dados obtidos apresentariam maior credibilidade. Validar um material didático com apenas um professor aplicando pode não revelar o verdadeiro potencial do material, visto que esse processo depende das concepções particulares do professor. Então, a solução encontrada foi aumentar o número de professores aplicadores do *SEA Combustíveis* para quatro. Assim, diminuiria a influência das concepções particulares de cada professor sobre a validação final do material didático. Outra variável pode ser a de que os alunos que ao estudarem com o material possam ser determinantes ou não do processo de validação da SEA.

O sucesso ou insucesso está diretamente na relação da turma para com o professor e dos membros da turma para com eles próprios. Então, aumentar a amostra para quatro turmas diminui a influência da variável “alunos e professores” sobre o resultado da validação final.

Esse processo de validação inicial, no Estudo-piloto I, possibilitou a realização de ações de pesquisa. Essa etapa também viabilizou a apresentação de uma comunicação no IX Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las

Ciencias, com o título de *Validação de sequências de ensino-aprendizagem em aulas de Química de escolas secundárias do estado de Sergipe-Brasil*, disponível no *site* do evento. Entre os resultados obtidos nessa etapa, ficou evidenciada uma aprendizagem mais efetiva dos conceitos de calor como energia em trânsito pelos alunos que sofreram intervenção, eliminando as concepções de proporcionalidade entre calor e temperatura apresentadas por Mortimer e Amaral (1998). Também ganharam evidência as lacunas deixadas pelo material didático, que poderiam ser superadas na próxima etapa do trabalho. A principal lacuna destacada por Menezes et al. (2012), nessa etapa, foi que os alunos utilizavam-se da ideia de condução térmica para explicar a transferência de calor. Dessa forma, os autores não conseguiram concluir se os alunos consideravam que o calor é proporcional à temperatura.

O Estudo-piloto II foi realizado em 2013, sendo que na ocasião, o pesquisador estava inserido no PIBID/UFS, *campus* de Itabaiana. Nessa etapa, a SEA elaborada anteriormente foi reelaborada, baseada nas reflexões realizadas sobre as lacunas e dificuldades encontradas no Estudo-piloto I. Assim, o pesquisador conseguiu identificar as ideias dos alunos sobre a proporcionalidade entre o calor e a temperatura.

Assim, como na etapa anterior, no Estudo-piloto II, o material também tinha sido aplicado em quatro turmas. Esta etapa originou o seguinte trabalho: *Eficácia de uma sequência de ensino-aprendizagem sobre Termoquímica*, apresentado no X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, e disponível no *site* do evento. Nessa etapa, a SEA mostrou-se eficaz ao cumprir seus objetivos. Menezes et al. (2013) destaca, como principal lacuna, a concepção de proporcionalidade entre o calor e a temperatura presente nas respostas dos alunos após a aplicação da SEA, bem como as dificuldades dos alunos com problemas que exigem o nível microscópico. Menezes et al. (2013) apresenta também pontos positivos na aprendizagem, como a compreensão de calor como energia em trânsito e o entendimento da ideia de calor específico. Os autores ressaltam a importância das reflexões que foram possibilitadas nessa etapa. Elas permitiram que a SEA fosse reformulada para a Experiência de ensino I.

Após o término dos Estudos-piloto I e II, foi possível obter uma SEA validada, de acordo com o processo de validação apresentado por Nurkka (2008). A SEA obtida desse processo de validação é apresentada a seguir.

#### 4.1 A Sequência de ensino-aprendizagem (SEA)

Nesta sessão, será apresentada a SEA elaborada e validada pelo pesquisador. A mesma será utilizada como ponto de partida para o processo de formação continuada.

A SEA aborda os conceitos da Termoquímica relacionando-os com o tema *Combustíveis e energia*. Sua elaboração baseou-se numa validação *a priori*, na qual foram identificados problemas e dificuldades no ensino do tema. Além disso, avaliar a estrutura das escolas, com o objetivo de melhor elaborar as atividades e os experimentos, buscando sempre materiais acessíveis. Outro ponto levado em consideração na elaboração foram os Estudos-piloto I e II já realizados durante a graduação do pesquisando, sendo este um trabalho de continuação, como já foi citado antes.

A elaboração da SEA segue o modelo dos três momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), em que inicialmente partiu-se de um tema gerador relacionado com o cotidiano do aluno, a partir da problematização realizada através de um texto produzido em cima da temática *Combustíveis e energia*. Sendo a base dessa SEA a *Abordagem CTS* e as atividades experimentais investigativas.

Na primeira aula da SEA, aplica-se um pré-teste com objetivo de avaliar os conhecimentos espontâneos dos alunos. Essa análise faz parte da validação *a priori*, referente à dimensão psicocongitiva dos alunos (MÉHEUT, 2005). Os resultados dessa análise vão definir as últimas alterações e ajustes da SEA para as demais aulas.

Para a organização do conhecimento, 2º momento de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007), buscou-se desenvolver atividades que viabilizassem estimular o aluno na construção do seu próprio conhecimento. Para isso, foram desenvolvidas atividades experimentais investigativas em conjunto com aulas expositivas dialógicas, com o intuito de tornar esses alunos ativos no seu processo de aprendizagem.

Ao final da SEA, foi aplicada uma avaliação, a qual deveria permear todo o processo da regência, verificando-se se a SEA tinha sido eficaz. Essa etapa seria o terceiro momento pedagógico de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2007). A aplicação do conhecimento em que os alunos deveriam estar aptos a resolver

situações-problema que fossem bem mais além do que aquela proposta na problematização inicial.

Assim, os conteúdos foram separados em nove aulas: oito, para leituras, discussões, experimentações, e a última, para uma avaliação. A ordem proposta foi a seguinte:

- Aula 01 – Combustíveis e energia;
- Aulas 02 e 03 – Máquina a vapor;
- Aula 04 – Funcionamento dos motores modernos;
- Aula 05 – Calor específico;
- Aulas 06 e 07 – Teoria do calórico;
- Aula 08 – Energia para vida;
- Aula 09 – Avaliação.

É importante fazer uma breve apresentação de cada aula, para melhor compreensão da proposta.

A aula 01 propõe a leitura e a discussão de um texto informativo, a saber: *Combustíveis e energia*. Nele, estão apresentadas algumas informações, como a importância dos combustíveis na geração de energia e alguns efeitos causados. Além disso, é exibida uma tabela que mostra a liberação de energia em calorias por grama de combustíveis. Em seguida, os alunos devem responder a um questionário para que os professores possam fazer uma análise de algumas ideias prévias e dificuldades dos mesmos.

A aula 02 traz um texto informativo sobre o surgimento e funcionamentos das primeiras máquinas a vapor. Também é exibida uma figura simples que ajuda a entender a forma de operação da mesma. Em seguida, são indicadas atividades para se utilizar e se aprofundar no conhecimento discutido. Ao final, é apresentada mais algumas questões problematizadoras para que os alunos possam pesquisar em casa sobre temas relacionados com o que foi discutido em aula.

A aula 03 é uma continuação da aula 02 e propõe a discussão das questões feitas no final da aula anterior. Em seguida, inicia-se uma discussão sobre a combustão e posteriormente questiona-se o motivo de os diferentes combustíveis liberarem quantidades de energia desiguais. No final da aula, são levantadas duas questões e orientações de como o professor pode cobrar isso.



O funcionamento do motor de um carro é ponto principal da aula 04. Nessa aula, é apresentado um problema que retoma tudo que foi discutido. Em seguida, é feito um experimento baseado no aquecimento de água em um recipiente para entender como ocorre a transferência de energia térmica. A atividade é problematizada a fim de discutir qual a definição de calor. Na sequência, o tema da discussão é como funciona o sistema de resfriamento do carro. Assim, as ideias de transferência de energia ficam mais claras.

A aula 05, que trata de *Calor específico*, é baseada em um experimento apresentado por Mortimer e Amaral (1998). Nele, os alunos terão que tocar em dois blocos, um de metal outro de madeira e responderem a algumas perguntas. O professor então é orientado a questionar frequentemente os alunos para que os mesmos desenvolvam a ideia de calor específico. Ao término da discussão, apresentamos quatro questionamentos que podem ser discutidos em sala de aula ou utilizados como atividade para casa.

As aulas 06 e 07 tratam da evolução da teoria do calórico. Em primeiro plano, procura-se entender como determinar a energia envolvida numa reação química. O texto busca, de forma simples, apresentar fatos históricos e, em seguida, questionar aos alunos esta teoria. Em segundo plano, propõe-se a realização de dois experimentos de dissolução endotérmica e exotérmica. O foco é discutir como podemos calcular a energia envolvida como também entender o processo de forma microscópica, pois nos Estudos-piloto anteriores, percebeu-se que os alunos não conseguiam estabelecer os conceitos endotérmico e exotérmico em reações químicas, por não verem o processo, mas que conseguiam atribuir essas ideias, quando se tratava de processo visíveis como o aquecimento de uma panela. Após a discussão, é necessário ainda um debate sobre o saldo energético, partindo de alguns exemplos apresentados no material.

A aula 08 reforça os debates sobre saldo energético, ao mesmo tempo em que apresenta a forma com o que o corpo humano adquire energia. Nela, é proposto o experimento de queima de um pedaço de pão e de amendoim para determinar, em seguida, a energia envolvida em cada processo.

Na última aula, deve ser realizada uma prova de aplicação do conhecimento. Nela, estão contidas questões que exigem os mesmos conhecimentos necessários para resolver as questões da primeira aula. Assim, pode-se avaliar os avanços das

ideias dos alunos. Isso também pode ser feito através de um estudo feito com as atividades realizadas durante todo o processo de aplicação do material didático.

O artigo de Mortimer e Amaral (1998) contribui bastante na construção do material. Os autores identificaram que grande parte dos alunos apresenta as seguintes concepções sobre calor: calor é uma substância; existem dois tipos de calor, o frio e o quente; e o calor é diretamente proporcional à temperatura. As duas primeiras ideias sugerem que o calor e o frio sejam propriedades das substâncias e materiais, ou seja, o corpo quente possui calor e o frio contém o frio.

Essas concepções podem ter origem nas situações cotidianas, exemplo: costumamos dizer que ao colocarmos gelo na bebida, este transfere frio para a bebida, mas de acordo com a ciência, o gelo absorve o calor presente na bebida. Esse pensamento já foi aceito no passado por muitos cientistas, que consideravam que todos os corpos possuíam uma substância denominada calórico. Esta era invisível e de massa desprezível. Um corpo quente possui mais calórico que um frio. Lavoisier (1743-1794) categorizava o calórico como uma das substâncias elementares.

Atualmente, os cientistas aceitam a ideia de calor como energia. A concepção de que o calor é diretamente proporcional à temperatura pode ter origem nas expressões que usamos no dia a dia, exemplo: “faz muito calor”, “calor humano” etc. Mortimer e Amaral (1998, p. 31) fazem o seguinte comentário: “[...] só dizemos que ‘faz muito calor’ quando a temperatura está alta. Essas ideias fazem com que os conceitos de calor e temperatura sejam muitas vezes considerados idênticos.” Cientificamente falando, temperatura é a propriedade que nos diz a direção do fluxo de energia, ou seja, se o fluxo de energia é de A para B, temos que A tem mais energia térmica que B. Dessa forma, a relação entre calor e temperatura é que o fluxo de calor sempre passa de um corpo com maior para um de menor temperatura. Só há fluxo de calor se houver diferença de temperatura.

A SEA não trata de “entalpia” ou Lei de Hess. A justificativa foi baseada no artigo de Silva (2005). Ele explica os motivos para não se ensinar entalpia no ensino médio. Em sua pesquisa, o autor fala que as medições de calor até metade do século XIX eram feitas através dos calorímetros, e os cálculos, pela fórmula  $Q = m.c.\Delta T$ . Essa equação baseava-se na teoria do calórico (BROW, 1950). Com o surgimento da Termodinâmica, a partir de 1850, a teoria do calórico foi posta de lado, e suas equações postas sobre suspeita. A solução foi fazer o cálculo por

intermédio de outras grandezas para quais se tivessem a equação da termoquímica, a exemplo da entalpia ou da “energia interna”. Partindo da equação para variação de temperatura num processo isobárico, pode-se fazer tratamentos matemáticos que provam que a equação com origem na Termodinâmica apresenta a mesma forma da equação da teoria do calórico, embora o calor específico apresente diferentes definições.

Os vários livros de Química ensinam entalpia como sendo calor ou/e energia. A confusão entre os significados de calor e entalpia avançam pelo nível superior de ensino: livros-texto de química geral de circulação nacional e internacional conceituam entalpia através da igualdade de sua variação com o calor transferido em processos a pressão constante (RUSSEL, 1994; BUENO et al., 1978; BRADY; HUMISTON, 1998). Silva (2005) verificou que estudantes de cursos universitários de Química conservavam a o conhecimento que a entalpia era identificada com energia/calor liberada(o) absorvida(o) nas reações químicas. Com menor frequência, comparecia a ideia de energia/calor de um corpo/sistema/substância.

Alguns fatos históricos interferiram nessa confusão feita entre calor e entalpia. Ao definir a grandeza, Gibbs (1961, p. 91-2) denominou-a “função calor à pressão constante”. Mais tarde, criou-se a expressão “conteúdo de calor” para a função  $H$ , “na ausência de melhor termo” (LEWIS; RANDALL, 1923, p. 55). Importantes livros americanos adotaram essa expressão. O termo “entalpia” criado por Kamerling Onnes em 1909 só foi adotado em 1935 pela comunidade dos químicos. Muitos físico-químicos e engenheiros da época já utilizam o termo “entalpia”. Então, a fim de uniformizar, seria mais proveniente utilizar o termo entalpia.

Os textos universitários que seguem o formalismo da Termodinâmica explicam a entalpia como função da Termodinâmica. Por não trabalharem a história do conceito, nem usar expressões ambíguas, deixam-se lacunas para que os estudantes associem entalpia a calor. A igualdade  $\Delta H = Q$  (processo isobárico) é que gera a interpretação, mas essa interpretação é falsa, visto que as definições desses membros são distintas.  $\Delta H$  representa a variação de uma função que se calcula através da mudança nas variáveis do sistema;  $Q$  representa a quantidade de energia trocada. A relação entre esses membros é que se sabendo calcular a variação de entalpia, pode-se saber o valor do calor trocado entre sistema e vizinhança. O calor, como um processo de transferência de energia ligada a uma mudança de temperatura, pode explicar as variações de temperatura dos corpos

materiais. A variação de entalpia não explica nada sobre variação de temperatura. Ela pode ser usada como indicador de que algo mudou no sistema. A interpretação dos fenômenos térmicos é realizada em termos de energia e calor, e, recorrer a esses conceitos para dar significado à entalpia, não traz acréscimos ao ensino.

Os pressupostos CTS são base para construção da SEA. Auler (2007) aborda que o enfoque CTS vem sendo mais evidenciado no hemisfério norte. No Brasil, esse tipo de abordagem é pouco comum, apresentando-se de forma isolada, ficando um pouco por fora do contexto educacional. Dessa forma, mostra-se a necessidade de uma maior precisão conceitual e de uma explicitação dos pressupostos político-pedagógicos relacionados ao enfoque CTS. Por essa razão, busca-se a sistematização e delimitação do enfoque CTS no campo educacional.

## 4.2 Ações formativas

Primeiro vale ressaltar que nos encontros da Experiência de ensino I participavam quatro pessoas: dois pesquisadores, identificados como P e PP; e dois professores, identificados como P1 e P2. Já os encontros da Experiência de ensino II, foram feitos com três pessoas: um pesquisador P e os dois professores. A seguir, apresentam-se mais informações sobre os professores P1 e P2, pois acredita-se que essas informações são importantes para a pesquisa.

Professor P1 – Professor da rede estadual de ensino de Sergipe há dois anos; atua em três escolas diferentes, sendo todas em cidades do agreste sergipano; não reside em nenhuma das cidades em que atua; graduação em Química, licenciatura plena pela Universidade Federal de Sergipe, *campus* Professor Alberto Carvalho, com início em 2009 e conclusão em 2013; atuou na iniciação científica nas áreas de Química orgânica e Físico-química.

Professor P2 – Professor da rede estadual de ensino de Sergipe há aproximadamente quatro anos; atua numa escola, residindo na cidade em que ensina; possui graduação em Química, licenciado pela Universidade Federal de Sergipe, com início em 2006 e conclusão em 2010.

Foram convidados dois professores para participar da pesquisa, sendo importante frisar que ambos educadores concluíram o curso de Licenciatura em Química, que teve ação atuante dos professores universitários formadores do próprio pesquisador. Isso caracteriza uma familiarização deles com as *Sequências*

*de ensino-aprendizagem* (SEA). São educadores de escolas da rede estadual de ensino do estado de Sergipe e atuam há pouco mais de dois anos como professores concursados efetivos. Então, pode-se dizer que o critério de escolha dos professores se deu em função: a) de pertencerem a escola básica; b) participação voluntária; e c) que estivessem familiarizados com elementos pertinentes a abordagem minimamente estrutural de *Sequências de ensino-aprendizagem*.

Mais uma vez, trazendo novos elementos referentes ao modelo metodológico de Nurkka (2008), ao invés de apenas um professor, conseguiu-se a participação de dois professores. Embora o intuito fosse ter mais professores participando do *Projeto de pesquisa*, esse número de educadores somente foi possível devido ao fato de os dois educadores que se mostraram voluntários a participar do estudo serem vinculados ao *Programa institucional de bolsas de iniciação à docência* (Pibid).

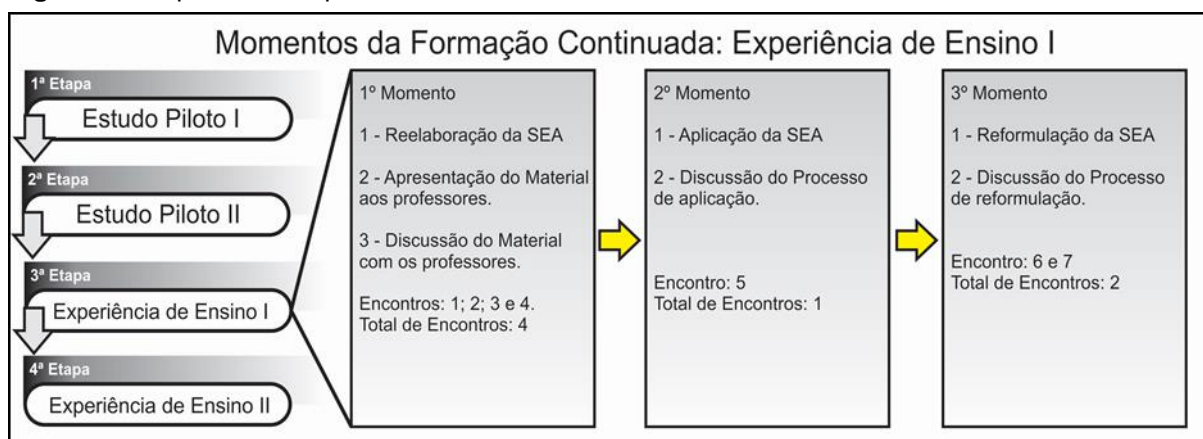
Com o término dos Estudos-piloto I e II, foi possível obter uma SEA validada. Então, pôde-se partir para as próximas etapas do trabalho, que foram a Experiência de ensino I e a Experiência de ensino II. Dessas duas etapas, surgiu a possibilidade de se trabalhar a formação continuada, atrelada à elaboração, reformulação e aplicação de materiais didáticos. Como o objetivo da pesquisa deixou de ser apenas a validação de SEA e passou a se trabalhar com ações formativas, o modelo de Nurkka (2008) foi alterado para melhor se adaptar aos novos objetivos. A seguir, são apresentadas a Experiência de ensino I e a Experiência de ensino II com suas devidas alterações.

Como pode-se perceber, por meio da figura 04, o primeiro momento da formação continuada é a Experiência de ensino I. Neste momento, os professores receberam do pesquisador a SEA *Combustíveis e energia* completamente reelaborada. O intuito seria que os professores participantes da ação formativa pudessem discutir sobre as metodologias e atividades presentes no material, assim como a natureza dessas metodologias e atividades. Como a SEA deveria ser aplicada no contexto da sala de aula, o pesquisador deixou claro para os professores que o material poderia ser alterado antes ou durante a aplicação para se ajustar à realidade da escola.

A figura 04 também permite verificar que após reelaboração da SEA pelo pesquisador, logo após o Estudo-piloto II, ocorreu o encontro 1, no qual o material didático foi apresentado aos professores. Nos encontros 2 e 3, houve a discussão da metodologia abordada na SEA, ou seja, sobre as contribuições que a *Abordagem*

CTS e a *Experimentação problematizadora* poderiam oferecer aos alunos. No encontro 4, as discussões foram finalizadas, e os professores decidiram aplicar a SEA apresentada como proposta metodológica na íntegra, sem alteração. Embora os professores tivessem liberdade para tecer possíveis alterações, optaram por aplicar a SEA na forma a qual receberam do pesquisador.

**Figura 4 -** Esquema da Experiência de ensino



Fonte: Adaptação do modelo de Nunka (2006).

No segundo momento, o material foi aplicado pelos professores em suas turmas de ensino médio, totalizando nove aulas. Passadas aproximadamente cinco semanas de aplicação, o pesquisador reuniu-se com os professores para reuniões sobre o desenvolvimento das aulas, com o objetivo de conhecer os caminhos escolhidos pelos professores. Após a aplicação, os professores e o pesquisador reuniram-se para discutir esse processo. O objetivo era possibilitar a troca de experiência entre os professores, destacando as atividades que contribuíram ou não para a aprendizagem dos alunos. Diante dessa troca de ideias, o pesquisador teve a oportunidade de observar as escolhas e as justificativas relacionadas a fatores intrínsecos à aplicação da SEA.

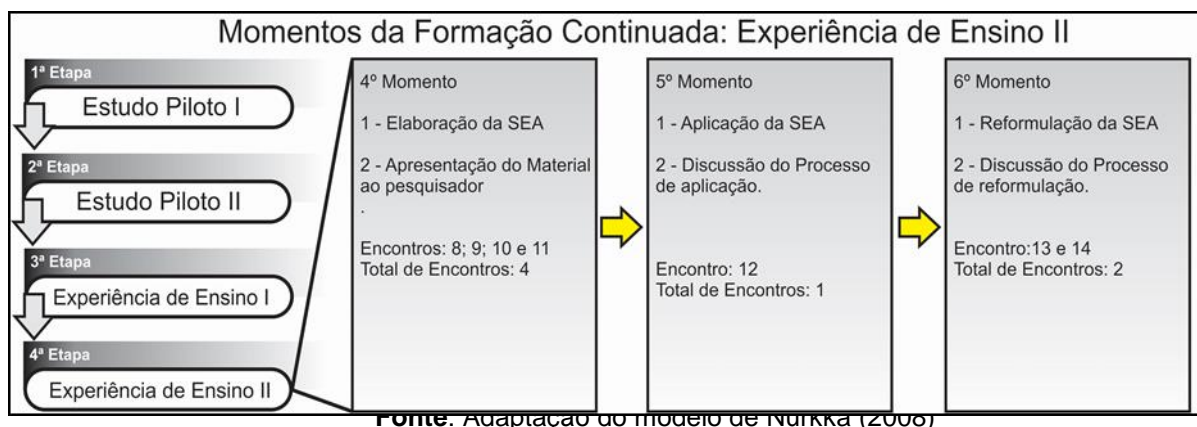
No terceiro momento da Experiência de ensino I, os professores reformularam a SEA com o objetivo de suprir possíveis lacunas que interferem no ensino e na aprendizagem. As reformulações foram feitas com base nas reflexões feitas pelos professores nas reuniões sobre o processo de aplicação. No encontro 6, eles refletiram sobre o que poderia melhorar a SEA e definiram algumas mudanças. Após a definição das alterações do que seria alterado, os professores tiveram cerca de duas semanas para fazer as devidas mudanças e, no encontro 7, apresentaram as mudanças feitas aos pesquisadores. Dessa forma, foi possível compreender se

as alterações mudaram a natureza da SEA, ou seja, afetaram a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*. As mudanças podem ser favoráveis ou desfavoráveis às abordagens defendidas para a SEA. Favoráveis, quando ampliam ou aprofundam a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*, como por exemplo, a adição de um texto sobre um tema social relevante e que tenha relação com o tema da SEA; desfavorável, quando elimina as características das abordagens defendidas. Por exemplo: os experimentos problematizadores têm como uma de suas características questões contextualizadas que possibilitam aos alunos momentos de reflexões para respondê-las. Os professores podem manter o experimento e retirar as questões problematizadoras. Isso descaracteriza a *Experimentação problematizadora*, prejudicando a SEA.

Além disso, a SEA foi analisada pelo pesquisador com o objetivo de observar se as alterações foram fiéis aos discursos dos professores. Assim, o pesquisador seleciona a fala dos professores sobre as alterações que seriam feitas e observa através da leitura da SEA, se a atividade planejada na reunião foi realmente inserida. Após esse terceiro momento, a Experiência de ensino I é finalizada, ressaltando que os professores, no encontro 7, tiveram a oportunidade de expor como foi a experiência para eles. Assim, pode-se partir para o segundo momento da formação continuada, a Experiência de ensino II.

Inicia-se, então, a etapa seguinte da formação continuada, relacionada à Experiência de ensino II. Esta é apresentada na figura 5:

**Figura 5** - Esquema Experiência de ensino II



A Experiência de ensino II também foi dividida em três momentos, enumerados em sequência aos momentos da Experiência de ensino I. Originalmente, nessa etapa, os professores reelaborariam a SEA da Experiência de ensino I, como é possível observar na figura 5.

Porém, uma vez que o pesquisador notou durante as ações formativas que os professores não realizavam reformulações substanciais na SEA *Combustíveis e energia*, talvez por evitarem ir de encontro ao discurso do pesquisador, este, visando problematizar, de fato, a formação continuada de professores e de tornar os mesmos protagonistas do processo formativo, solicitou aos educadores que criassem uma nova SEA. Contudo, os professores atenderiam minimamente a dois critérios básicos: que o material tivesse características estruturais de *Sequências de ensino-aprendizagem* (SEA); e que, de algum modo, o material apresentasse algumas questões das vertentes CTS e alguma atividade experimental.

Essa sugestão foi dada para que a nova SEA seguisse os parâmetros do material da Experiência de ensino I. Dessa forma, no encontro 8, os professores definiram qual seria o tema abordado na SEA. Nos encontros 9 e 10, os professores reuniram-se para fazer um planejamento das aulas, definindo que experimentos poderiam ser adotados, e quais atividades seriam utilizadas na SEA. No encontro 11, a SEA foi apresentada ao pesquisador, ocasião que os os docentes destacavam novamente escolhas e justificativas para cada elemento presente nas aulas do material didático.

Ainda com base na figura 05, verifica-se que no quinto momento, os professores aplicaram a SEA em suas turmas de ensino médio, para que posteriormente discutissem esse processo com o pesquisador.



Percebe-se que, no encontro 12, a metodologia avança em relação ao modelo de Nurkka (2008), pois ao invés de o material didático sofrer uma última reformulação por parte do pesquisador, este processo passou a ser assumido pelos educadores. Dessa forma, pode-se afirmar que o material aplicado – que deixou de ser a SEA reelaborada pelos professores na Experiência de ensino I – passou a ser um novo material elaborado pelos professores e discutido por eles e o pesquisador.

No sexto momento, os professores reformularam a SEA e discutiram esse processo com o pesquisador. No encontro 13, os professores definiram quais seriam as alterações e, no encontro 14, apresentaram essas mudanças ao pesquisador. Além disso, fizeram uma análise geral da contribuição possibilitada pela SEA. Assim pôde-se observar a aceitação dos professores em relação ao material didático, pois uma possível negação à proposta poderia prejudicar os passos seguintes da pesquisa. Além disso, tentar entender "se" e "porque" os professores optaram ou não por trabalhar com a elaboração de material didático. A única mudança em relação ao modelo de Nurkka (2008) foi que o material reelaborado deixou de ser o da Experiência de ensino I e passou a ser a nova SEA elaborada pelos professores.

#### **4.3 Ações para coleta de dados**

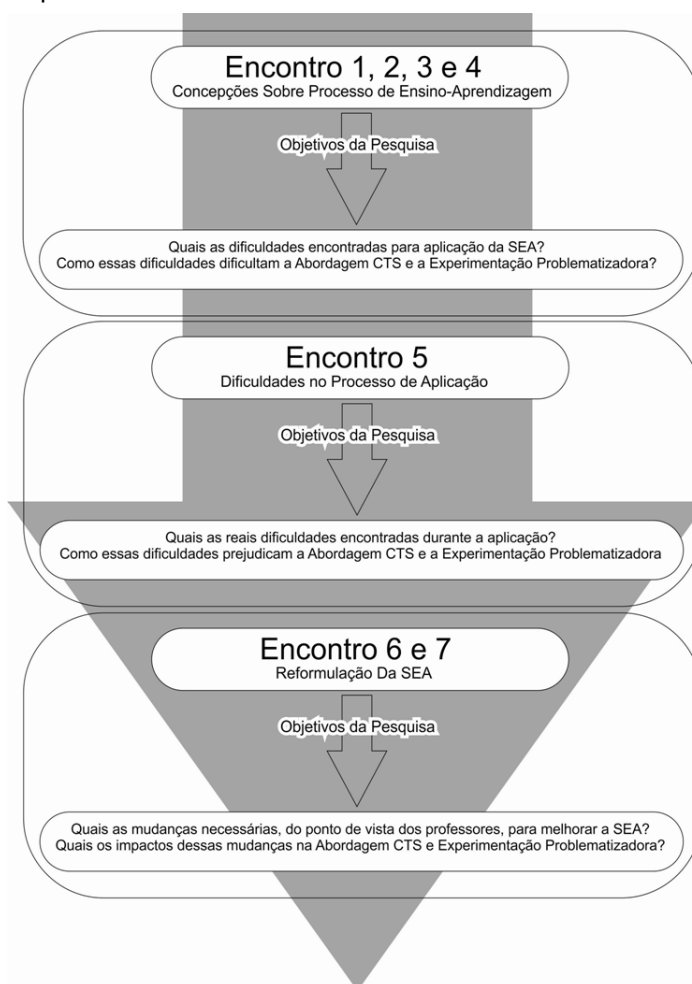
Todos os encontros foram gravados, transcritos e devidamente analisados. As figuras 6 e 7 também apresentam os encontros com os professores, de acordo com os 6 momentos de coleta de dados.

Nos encontros 1, 2, 3 e 4, o material didático elaborado e validado pelo pesquisador foi entregue aos professores como proposta metodológica. Dessa forma, o pesquisador buscou entender quais eram as concepções dos professores sobre a metodologia adotada na SEA, quais escolhas e justificativas apresentavam sobre possíveis impossibilidades que poderiam vir a enfrentar com a abordagem do material em sala de aula.

No encontro 5, os professores realizaram reflexões sobre o processo de aplicação do material. O pesquisador investigou nas falas dos docentes quais foram os fatores que influenciaram de forma positiva ou negativa a aplicação da metodologia adotada no material. Por último, nos encontros 6 e 7, os professores reelaboraram a SEA. O pesquisador investigou, por meio de análise das falas dos professores, os fatores, as justificativas e as escolhas que motivaram as mudanças

no material, bem como tais mudanças prejudicaram a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*.

**Figura 6** - Esquema utilizado para coleta de dados na Experiência de ensino II

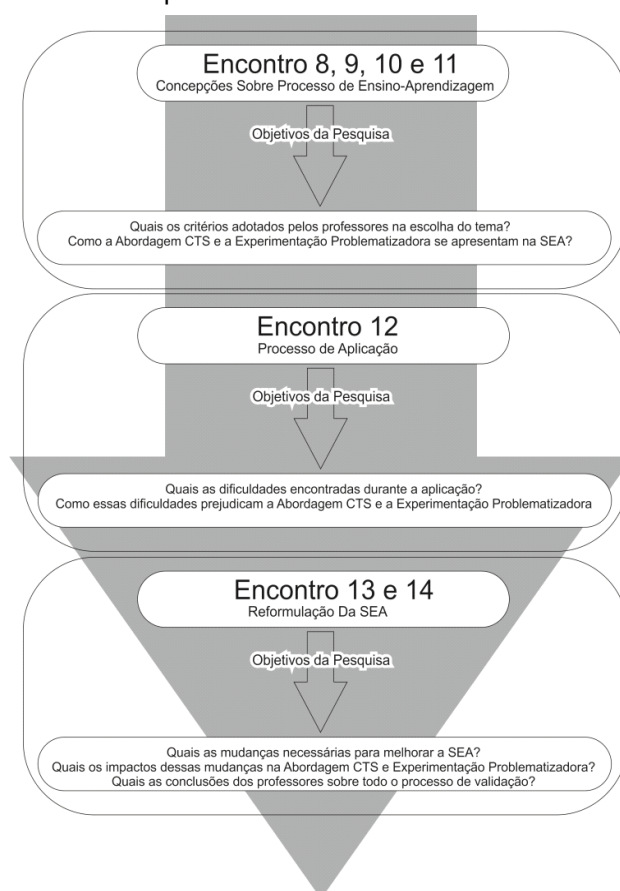


**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

A figura 7 apresenta os objetivos para a pesquisa de cada encontro na Experiência de ensino II, etapa em que os professores elaboraram sua própria SEA. Nos encontros 8, 9, 10 e 11, os professores elaboraram um novo material didático, que produziu como material de análise uma SEA e várias falas de professores. A análise das gravações foi feita segundo o modelo de Moraes (1999). O pesquisador investigou quais os critérios utilizados para a escolha do tema, bem como a influência e a presença da *Abordagem CTS* e da *Experimentação problematizadora* nesse processo, tendo como base as falas dos professores nos encontros citados anteriormente. No encontro 12, os professores refletiram sobre o processo de aplicação. Isso foi feito em um encontro gravado que gerou um conjunto de dados

para análise. Por meio da análise das falas, o pesquisador buscou compreender como tinha sido o desenvolvimento das atividades presentes no material didático. A análise seguiu o modelo de Moraes (1999). Nos encontros 13 e 14, os professores reformularam a SEA. Esse processo gerou uma SEA reformulada e um conjunto de falas. O pesquisador, por meio da análise das falas, investigou como isso tinha alterado a metodologia adotada inicialmente na SEA.

**Figura 7** - Esquema utilizado para coleta de dados na Experiência de ensino II



**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

Os dados coletados foram tratados de acordo com a análise de conteúdo de Moraes (1999). Sendo assim, a análise foi dividida em: i) Unitarização – etapa que teve como finalidade definir as unidades de análise, uma vez que as reuniões não eram entrevistas com roteiro bem definido, mas um debate aberto no qual o pesquisador iniciava as discussões e os professores tinham liberdade de expressar suas ideias e reflexões. A quantidade de dados foi grande. Logo, a etapa de *unitarização* foi bastante importante na definição dos trechos considerados

importantes para a pesquisa. ii) Classificação – etapa em que as unidades semelhantes foram agrupadas. Dessas unidades semelhantes, o pesquisador criou as composições que eram paráfrases das ideias expressadas pelos professores.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Buscou-se dividir a discussão inicialmente de acordo com as duas dimensões apresentadas por Mehéut (2005): a *Dimensão epistemológica*, na qual se busca entender as escolhas dos professores no que tange a questões relacionadas ao eixo *Mundo material/conhecimento científico*; a *Dimensão pedagógica*, da qual espera-se compreender a influência da *Relação professor-aluno, aluno-aluno* nas opções dos professores. Subjacente a essas duas dimensões, apresenta-se uma terceira, esta também presente nos trabalhos de Mehéut (2005), fundamentada em Artigue (1996), a *Dimensão didática*. Nela relacionam-se questões sobre a estrutura escolar nas aulas.

Como forma de investigar as contribuições da abordagem das SEA na formação continuada de professores, como forma de entrelaçamento entre as três dimensões destacadas, focou-se o olhar da pesquisa sobre aspectos da *Abordagem CTS* e da *Experimentação problematizadora* apresentados pelos professores, como salientado na Metodologia.

Na Experiência de ensino II, os professores elaboraram uma nova SEA sobre Cinética. O quadro 1 apresenta as aulas e o objetivo delas, todos os dados presentes no quadro foram obtidos a partir de falas dos professores.

**Quadro 1** - Aulas e objetivos da SEA elaborada pelos professores sobre Cinética

Aulas	Objetivos	Unidades de contexto
<b>Aula 01 – A velocidade das reações químicas no nosso dia a dia</b>	Apresentar e discutir situações do cotidiano para que os alunos possam identificar a importância de se entender e controlar a rapidez de diferentes reações.	P: "Qual é o objetivo dessa aula?"  P1: "Mostrar que tem diferentes tipos de reações, e que algumas ocorrem de forma rápida; outras, de forma mais lenta. A contribuição que isso pode ter no dia a dia no cotidiano do aluno."
<b>Aula 02 – Teoria das colisões (complexo ativado e energia de ativação)</b>	Compreender passo a passo como ocorre uma reação química em nível atômico molecular.	P2: "[...] ela faz parte de uma relação entre teoria e empiria. Então, a questão dos modelos tem como base fundamental criar situações, explicações pra realidade que acontece. Então, a gente vai se basear nessa teoria, utilizando modelos moleculares pra explicar."
<b>Aula 03 e 04 – Fatores que influenciam na velocidade da reação –</b>	Mostrar, na prática, como e quais os fatores que influenciam na velocidade	P1: "Então, não só mostrar como a reação ocorre, mas quais os fatores que influenciam pra que ela possa ocorrer,

<b>temperatura e superfície de contato</b>	de uma reação.	[...] além de discutir esse aspecto, vamos realizar a parte experimental também, em ambos os fatores.” P2: “[...] e a ideia da formação da interação em grupo também, para que os alunos façam coletivamente as atividades, e depois, os resultados que forem surgindo sejam discutidos.”
<b>Aula 05 e 06 – Fatores que influenciam na velocidade da reação – concentração e catalisador</b>	Mostrar, na prática, como e quais os fatores que influenciam na velocidade de uma reação.	P1: “Então, aí, é continuando a parte de fatores que influenciam na velocidade da reação. Agora, com a parte de concentração, também vai ter o acompanhamento experimental com questões discursivas, depois do experimento, pra verificar se realmente foi válido, seguindo essa aula cinco; na aula seis, catalisador [...]”
<b>Aula 07 – Extintores de incêndio</b>	Aplicar todo o conhecimento trabalhado durante as aulas anteriores, de forma contextualizada.	P2: “[...] a atividade é tipo uma proposta de fazer uma intervenção na escola, quando eles vão aplicar todo o conhecimento. Na verdade, só que de forma prática, a gente vai tentar fazer um <i>link</i> entre os fatores e a própria Cinética, e como isso pode ser determinante, por exemplo, no combate ao incêndio, né?”

Fonte: Arquivo do autor, 2015.

### 5.1 Das concepções dos professores sobre *Abordagem CTS e Experimentação problematizadora* ao início das discussões e na elaboração de materiais próprios

Nesta sessão, primeiramente, destacam-se as concepções epistemológicas dos professores em relação à SEA apresentada na Experiência de ensino I (SEA do pesquisador). Em seguida, aprofundou-se sobre as barreiras que essa dimensão impõe para a aplicação e elaboração de SEA.

Como os dados foram obtidos por meio de discussões entre pesquisador e pesquisados, adotar-se-á as siglas P e PP, sendo o pesquisador; P1 e P2 os dois professores. O uso das siglas manterá as identidades dos professores em sigilo.

Nos encontros 1, 2, 3 e 4 da Experiência de ensino I, o objetivo da ação formativa foi discutir com os professores a SEA, principalmente os pressupostos de contextualização inerentes à *Dimensão CTS* e à *Experimentação problematizadora*. Dessa discussão, foi possível criar as composições, seguindo o modelo de categorização de Moraes (1999). O primeiro passo para formulação das

composições foi a *unitarização*. Então, o pesquisador selecionou um grupo de trechos das reuniões nas quais os professores apresentavam as ideias sobre CTS e *Experimentação problematizadora*. Realizado isso, o pesquisador classificou os trechos e transcreveu as concepções dos professores em forma de composições. Essas são apresentadas no quadro a seguir:

**Quadro 2** - Composições que representam as concepções dos professores sobre a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*

	Composições	Unidade de contexto
<b>Composição A</b>	Professores mostram-se favoráveis à problematização com tema gerador consequentemente, a <i>Abordagem CTS</i> .	P1: "Eu acho que é viável sim, porque combustíveis, pelo menos o nome combustível, já é do cotidiano deles [...]" P2: "Eu não vejo outro tema melhor que se trabalhar Termoquímica do que relacionando a combustível, porque eu acho que é mais acessível [...]"
<b>Composição B</b>	Professores argumentam que a <i>Experimentação problematizadora</i> favorece a construção do conhecimento.	P2: "[...] todo mundo sabe que acho que já tá na literatura, já comprova a importância da experimentação [...] na construção do conceito [...]"

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

A composição A mostra que os professores defendem o uso de temas problematizadores. Além disso, argumentam sobre uma maior aproximação das discussões sugeridas na SEA com a realidade dos alunos, como é possível ver no recorte das falas dos dois educadores:

P: "[...] mas no caso, vocês pretendem seguir essa questão da agricultura e farinha também na discussão durante as aulas? [...]"

P1: "Então, porque já é da realidade deles, né? Está mais próximo ainda deles. Poderia utilizar o tema geral, mas poderíamos inserir algumas informações adicionais. Eu acho que seria importante também."

P2: "Deixe eu só fazer [...] trazer para uma [contextualização] mais específica, né? Tipo um combustível mais próximo deles, no caso, a madeira. Acho que fazer isso seria interessante."

Como ficou claro, nos trechos destacados, os professores mostram-se interessados em relacionar conhecimento-científico/mundo-material de forma a fortalecer a *Dimensão epistemológica*. Esse aspecto é importante destacar, pois autores como Wartha, Silva e Bejarano (2013) falam que a contextualização é bem

conhecida pelos professores de ensino médio como sendo fácil de ser abordada em sala de aula. Em contrapartida, chamam a atenção para alguns cuidados nesse tipo de abordagem, pois, feita de forma inadequada, o contexto (advindo do cotidiano) pode se tornar uma abordagem secundária, passando a ser mera exemplificação.

Tendo isso em mente, é importante analisar os próximos trechos, pois, ao mesmo tempo em que o professor destaca a importância de aproximar ainda mais o tema gerador com a realidade dos alunos, fala que seria uma adição de informações, o que pode cair em uma mera exemplificação. Como se pode observar:

P1 "[...] mas aí se não for possível, a gente faz como forma de exemplo mesmo e vai falando de forma avulsa a sequência."

P2 "[...] Como conteúdo adicional, exemplos adicionais, durante o contexto [...]"

Olhando para a as relações CTS realizadas na SEA elaborada pelos próprios professores, na Experiência de ensino II (etapa em que em os professores elaboraram seu próprio material didático), os professores focaram as aulas iniciais na *Abordagem CTS*. Na primeira aula da SEA, eles trabalharam textos sobre a ativação dos erbegues (*airbags*) dos carros e o processo de formação de ferrugem, como abordagem temática, mostrando-se preocupados com o cotidiano dos alunos, como apresentado no trecho abaixo.

P1: "Mostrar que tem diferentes tipos de reações e que algumas ocorrem de forma rápida, outras de forma mais lenta. A contribuição que isso pode ter no dia a dia no cotidiano do aluno."

Porém, ao apresentarem as demais aulas ao pesquisador, no primeiro momento da Experiência de ensino II, percebe-se que a ideia de *Abordagem CTS* dos professores se aproxima da criticada por Wartha, Silva e Bejarano (2013), pois o tema problematizador (social) é abordado apenas nas aulas iniciais e problematizado. Como é possível ser observado no trecho a seguir, em que P2 fala que o objetivo da SEA era trabalhar Cinética e trazer exemplos nos quais envolvia conceitos relacionados ao tema.

P2: "Foi mais ou menos pensado assim. Então, nós criamos uma sequência que atingisse nossos objetivos que era de mostrar o que é Cinética; de trazer exemplos de como ela acontece."



Tratando da *Experimentação problematizadora*, no início das ações formativas (Experiência de ensino I, SEA do pesquisador), mais uma vez, foram convidados a apresentar os fatores relacionados ao material do pesquisador.

Como se apresenta na composição B, os docentes acreditam que, através da experimentação, é possível se obter uma aprendizagem mais efetiva, importância comprovada na seguinte fala:

P1: "Eu acho mais viável é colocar a experimentação antes, porque você já gera um questionamento. Aí você, eu acho, né?, é minha opinião, e depois você pode trabalhar e ir trabalhando com os conceitos pra eles tentarem relacionar com o que eles já viram [...]"

Como é possível observar no trecho acima, o professor 1 (P1) apresenta uma visão investigativa da experimentação próxima à defendida por Ferreira, Hartwing e Oliveira (2010). De acordo com esses autores, a atividade experimental deve iniciar-se pela apresentação de um problema, o questionamento desse problema gera uma discussão em busca do conhecimento científico.

Apesar de P2 defender a problematização do experimento:

P2: "[...] todo mundo sabe que [...] acho que já tá na literatura, já comprova a importância da experimentação [...] na construção do conceito [...]"

O mesmo afirma que, às vezes, faz o experimento após o conteúdo, o que contradiz sua primeira fala, defendendo a experimentação.

P2: "[...] existem alguns experimentos, que só pra eles verem, pode ser aplicado ali [depois do conteúdo para comprovar a teoria] [...]"

Já P1 fala que qualquer experimentação é motivadora. Nesses casos, os professores defendem o uso da experimentação ilustrativa e da motivação trazida pela realização dela. Os autores Lord e Orkwiszewski (2006) falam que a experimentação do tipo receita de bolo, a qual chamamos de ilustrativa, a princípio, gera motivação, porém, os resultados prontos que não estimulam o raciocínio acabam tornando os experimentos monótonos, fazendo com que estes desmotivem os alunos.

Essa visão sobre a experimentação manifesta-se na SEA elaborada pelos professores (Experiência de ensino II). Isso fica claro nos trechos logo abaixo.

P: "[...] Qual vai ser o papel da experimentação, se você fosse dizer qual o papel que ela tem nessa aula?"

P1: "Já abordado o nível microscópico na aula anterior, iríamos agora para a parte prática explorar o nível macroscópico."

P: "E o experimento é ideal, por quê?"

P1: "Trabalharia em conjunto os dois níveis."

P2: "Além da ideia da experimentação, os alunos que [...] na verdade, os sujeitos da ação, eles que vão desenvolver a atividade, embora tenha o roteiro pronto, mas ali, eles vão tá vendo as suas, vão tá vendo de forma prática o que está acontecendo ali [...]"

Os professores destacam que após terem discutido a teoria em nível microscópico em sala de aula, é necessário agora ir para a prática discutir o nível macroscópico. Essas ideias vão de encontro às defendidas por Silva e Zanon (2000). Para esses autores, a experimentação não concretiza a teoria, ao contrário, promove um maior distanciamento do mundo material.

Na próxima seção, serão discutidas as escolhas encontradas por professores, focando-se nos fatores, escolhas e justificativas, relacionando-os às três dimensões já apresentadas.

## **5.2 Dimensão epistemológica e as perspectivas da Experimentação problematizadora e Abordagem CTS**

Os professores enfrentam dificuldades com origem na *Dimensão epistemológica* que prejudica a implementação das abordagens presentes na SEA. Essas foram identificadas na Experiência de ensino I (etapa em que se trabalha com a SEA do pesquisador) e são apresentadas na figura 8. Como é possível observar na figura abaixo, a *Abordagem CTS*, ou seja, o tema "combustíveis e energia", sofre com a necessidade dos professores de ensinar todo o conteúdo presente no livro, como pode ser observado no trecho retirado da figura 8:

P1 "[...] fico preocupada com o tempo quantidade de conteúdos, são fatores que influenciam muito [...]"

Sendo assim, optam por ensinar primeiro os conteúdos e trazer os temas CTS apenas como forma de exemplificação. A *Experimentação problematizadora*, como mostra a figura 8, também encontra barreiras na *Dimensão epistemológica*, sendo essa a dificuldade dos professores em aplicar este tipo de experimentação, optando pela experimentação ilustrativa, muitas vezes.

**Figura 8 -** Barreiras impostas pela *Dimensão epistemológica*

Dimensão Epistemológica	
Abordagem CTS	Experimentação Problematizadora
Dificultada pela forte relação dos Professores com o Conhecimento Científico. Isso implica em dificuldade de trabalhar com temas geradores devido a forte necessidade de trabalhar todo o conteúdo.	Apesar de defenderem uma ideia próxima a experimentação problematizadora, os professores têm dificuldade em sua implementação, optando muitas vezes pela experimentação ilustrativa.
Unidade de Contexto	Unidade de Contexto
P1: "Porque tem a questão também eu fico preocupada com o tempo quantidade de conteúdo, sabe, são fatores que influenciam nisso também. P2: Por que você fica pressionado pelo sistema que quer, você sentem por que eu lembro que quando eu estudava o professor não fazia nada, aí eu falei, meu Deus do céu, eu tenho aquela necessidade de trazer o conteúdo"	P2: "[...] porque as vezes existem alguns experimentos, só pra eles verem de que forma aquele conceito científico que você estudou pode ser aplicado ali [...]" P1: "[...] qualquer tipo de experimento já gera curiosidade dos alunos, então você levar algo pra eles, eu acho que já gera [dúvidas]".

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

Falando especificamente sobre aspectos relacionados à *Abordagem CTS*, inicia-se a discussão sobre o apego que os professores apresentam em relação à sequência formal de conteúdos. Neste sentido, Maldaner (2003) ressalta a ideia de que os professores normalmente seguem uma sequência convencional de conteúdos sem se preocuparem com a relação entre eles; normalmente seguem o livro didático. Trazendo as discussões de Auler (2003) sobre a *Abordagem CTS* para uma relação com eixo epistêmico de Méheut e Psillos (2004), percebe-se uma importância muito grande aos conteúdos dados pelos professores, sendo as discussões tecnológicas, sociais e de cotidiano postas em segundo plano (SILVA, 2007). O trecho a seguir reforça a dificuldade epistemológica:

P: "Importante ensinar sobre tecnologia, discutir sobre tecnologia, é importante discutir sobre os problemas sociais e ambientais, né? Mas como é que você acha que se dá essa relação na escola? Como é que você relaciona os conteúdos científicos, tecnológicos e socioambientais? Dá para fazer isso na escola?"

P1: "Tudo isso?"

P2: "Muito complicado de você falar isso. Você sempre acaba é beneficiando um em detrimento de outros, passa até despercebido, né? Você fala dos conceitos tais. Aí, às vezes, [cita outros] bem rápida [...] questão do ambiente e dos impactos social é feita com menor ênfase. Acho que a gente visa muito o conteúdo propriamente dito em si do que esses impactos que o estudo pode provocar. Então, acho que é mais isso, a gente só [cita]."

P1: "Complicado trabalhar todos esses temas [...] essas vertentes de forma clara, mesmo que fosse trabalhar com tudo [...] sempre dá ênfase mais a umas, talvez só cite rapidamente outras, se citar, né?"

Essa importância aos temas científicos pode ter sido originada do cientificismo, no qual a ciência era uma verdade absoluta e inquestionável (AULER, 2001). Gil-Perez e colaboradores (2001) apresentam algumas visões deformadas dos professores sobre o trabalho científico; concepções que influenciam as ideias sobre a construção do conhecimento. Entre as ideias apresentadas no trabalho, destaca-se a de que os professores veem a ciência como socialmente neutra, logo abandonam questões CTS. Então, os professores não se veem obrigados a discutir os conceitos e sua influência no mundo, apenas os transmitem. Autores como Auler (2001, 2003), Santos (2002) e Cachapuz (1999), entre outros, defendem um ensino que use situações-problema, enfatizando as relações entre ciência, tecnologia e sociedade, pois, a partir delas, é possível obter uma aprendizagem efetiva, além de formar cidadãos críticos e alfabetizados cientificamente, prontos para participarem das decisões que influenciam a sociedade e que envolvem a ciência e a tecnologia. Os professores entendem e falam da importância dessa *Abordagem CTS*, como é possível observar no quadro 2, e representado no trecho abaixo:

P1: "Eu acho que é viável sim, porque combustíveis, pelo menos o nome combustível já é do cotidiano deles [...]"

Contudo, destacam que é muito difícil fazer uma abordagem que dê relevância a questões sociais, científicas e tecnológicas.

P2: "Muito complicado de você falar isso. Você sempre acaba é beneficiando um em detrimento de outros; passa até despercebido, né? Você fala dos conceitos tais."

Voltando-se para a discussão da *Experimentação problematizadora*, como pode ser observado pelo recorte da fala, os professores defendem características desse tipo de experimentação, como pode-se observar no seguinte trecho:

P1: "Eu acho mais viável é colocar a experimentação antes, porque você já gera um questionamento. Aí, você, eu acho, né? é minha opinião, e depois você pode trabalhar e ir trabalhando com os conceitos pra eles tentarem relacionarem com o que eles já viram."

Apesar de os professores defenderem características que leva a uma *Experimentação problematizadora*, ambos ainda apresentam resistência na implementação dela. Isso se torna uma barreira para a aplicação da SEA. Isso está fortemente ligado à visão de que qualquer experimentação já é motivacional, ou que ela tem apenas papel de motivação, como fica claro no trecho seguinte:

P1: "Qualquer tipo de experimentos já gera curiosidade dos alunos [...]"

Vale ressaltar que a questão da experimentação está bastante ligada à *Dimensão didática* e à *Dimensão pedagógica* e será melhor discutida nas próximas seções.

Nos encontros 6 e 7 – Experiência de ensino I, Reelaboração da SEA do pesquisador pelos professores – foram discutidas as reformulações na SEA. A *Dimensão epistemológica* motivou algumas mudanças no material. Algumas dessas mudanças alteram a natureza da SEA, ou seja, fazem com que ela perca as características CTS e problematizadora. A primeira delas foi a remoção de uma questão no questionário problematizador. Essa mudança altera um pouco a natureza da SEA, pois ela busca identificar concepções dos alunos sobre o tema a ser abordado, ou até mesmo não identificar concepção nenhuma. A eliminação dessa questão altera um pouco a natureza da SEA, à medida que o professor passa a não ter mais a possibilidade de investigar concepções sobre energia de ligação.

A justificativa para a retirada da questão é a falta de importância que os alunos dão a essa questão, devido a seu alto grau de complexidade na resposta. Isso fica claro nos trechos:

P2: "[...] a gente teve até dificuldade na hora que pegou. E dá resposta para essa questão, a gente teve dificuldade, imaginem eles [...]"

P: "[...] a ideia é [conhecer as concepções deles para] depois você [...] contrapor com a final [...]"

P2: "[...] de acordo com as respostas que eles dão, [...] menosprezando essa questão [...]"

Os professores admitem ter dificuldade em responder essa questão e, devido a isso, concluem que os alunos também o tenham. Sendo assim, as respostas dadas a essa questão são em sua maioria insignificantes.

Outra alteração que é reflexo da *Dimensão epistemológica* é a adição de um experimento. A mudança, a princípio, é de caráter estrutural, na qual se busca a melhoria da SEA com o experimento. Porém, o experimento não tem caráter problematizador, pois não apresenta uma situação-problema que possibilite aos alunos reflexão para estimular a elaboração do conhecimento nem de características fundamentais para a *Experimentação problematizadora*, segundo Ferreira, Hartwing e Oliveira (2010). A figura a seguir apresenta a comparação entre os questionamentos de um experimento da SEA, sem reformulação, com questões após a reformulação. Essas questões foram retiradas da SEA não reformulada e após a reformulação, tratando-se da SEA do pesquisador.

**Figura 9** - Questões antes e após a reformulação da SEA do pesquisador (Experiência de ensino I)

Reformulação da SEA	
SEA não reformulada	Após Reformulação
<ul style="list-style-type: none"> <li>Os carros possui um sistema de arrefecimento, ele é responsável por resfriar o motor do carro, impedindo o supre aquecimento, mesmo com esse sistema um motor do carro funciona com temperatura entre 90°C e 110°C, já pensou se não houvesse esse sistema? Esse sistema está representado pela figura ao lado:</li> </ul> <p>A) O que aconteceria com o motor do carro caso ele não fosse resfriado?</p> <p>B) Explique o resfriamento do carro fazendo referência ao experimento realizado em sala de aula.</p>	<p>1 – Escrevam a equação que representa a reação de combustão do etanol.</p> <p>2 - O valor tabelado do calor de combustão do álcool é -1369KL/mol. Compare esse valor com o obtido pelo seu grupo e discutam as possíveis causas do erro no experimento que podem ter levado a um resultado com um grande desvio.</p> <p>3 - Por que o sinal de combustão tem um valor negativo?</p> <p>4 – Qual é a função do jornal usado para envolver as paredes laterais do erelmeyer?</p>

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

Nota-se que na seção da SEA não reformulada, as questões são aplicadas em um contexto. No caso, utiliza-se do sistema de arrefecimento dos carros para questionar e gerar discussão. Após a reformulação da SEA do pesquisador pelos

professores, as questões perdem essa contextualização e passam a ser somente teóricas, como é possível ver na segunda seção da figura 9, em que os professores pedem para que os alunos escrevam a reação de combustão, comparando valores tabelados com os experimentais.

O objetivo da nova atividade (após a reformulação) é mostrar como ocorre a queima de combustíveis e como calcular o calor de combustão liberado. A atividade adequa-se à proposta da SEA no que reflete a trabalhar com combustíveis.

Contudo, a reformulação elimina as características problematizadoras do experimento, e a discussão fica presa a cálculos e a procedimentos. Há ainda um distanciamento com as ideias CTS, já que a discussão não envolve cotidiano, sociedade nem tecnologia. Ferreira, Hartwing e Ferreira (2010) ressaltam que a *Experimentação problematizadora* deve também envolver questões sociais e relevantes para os alunos. A justificativa para a introdução desse experimento é a necessidade de se falar em calor de combustão. A SEA já tratava desse conteúdo, mas não de forma tão explícita, pois, ao trabalhar o calor liberado pela queima de alguns combustíveis, já se trabalha o calor de combustão. A necessidade de se trabalhar esse conceito está ligada à forte relação do professor para com o conhecimento científico. O trecho a seguir mostra a necessidade do professor inserir o conceito de calor de combustão.

P2: "[...] determinando o calor de combustão do álcool etílico e querosene [...] Porque acho que a sequência girava em torno da ideia de combustíveis. Eu acho que faltou um pouco [...] determinar [o calor de combustão] [...] algumas questões de ENEM que estavam voltadas para esse tema de calor de combustão. Acho assim, que algumas vezes eles já foram cobrados [...] nessa linha que eu decidi colocar esse experimento [...]"

### **5.3 Dimensão pedagógica e as perspectivas da Experimentação problematizadora e a Abordagem CTS**

Nesta seção, as relações professor-aluno e aluno-aluno ganham destaque. Essa dimensão ganhou destaque nos encontros 5, 6 e 7 – Experiência de ensino I; Discussão do processo de aplicação e reformulação da SEA do pesquisador – nos quais os professores já tinham aplicado a SEA. Essas relações influenciam diretamente a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora*. Isso pode ser observado na figura 10:

**Figura 10** - Barreiras impostas pela *Dimensão pedagógica*

Dimensão Pedagógica	
<b>Abordagem CTS</b> Professores inseguros nos conteúdos preferem a forma tradicional para inibir o questionamento dos alunos	<b>Experimentação Problematicadora</b> Alunos não gostam de ser questionados, estão acostumados com o ensino tradicional
<b>Unidade de Contexto</b> P2: "[...] professor também tem receio das perguntas que podem vir dos alunos, por que tem alunos espertalhão que ele chega e ele vai logo na deficiência [...]"	<b>Unidade de Contexto</b> P2: "[...] perguntava por que, por que, por que, os alunos odiavam ela tudo é por que, a gente da universidade, entendia porque ela fazia isso, que ela queria questionar tal, e por que ela chega logo e não diz?"

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

A dificuldade em não conseguir responder os questionamentos dos alunos que podem surgir ao fazer uma *Abordagem CTS* faz com que os professores optem por trabalharem apenas os conteúdos, sem contextualizar (forma tradicional), como pode-se observar no trecho a seguir:

P2: "Eles não gostam [de serem questionados], [o professor fica impossibilitado de] abri muito pra discussão [...]"

O trecho a seguir apresenta outra justificativa para não usar a *Abordagem CTS* e para a *Experimentação*. Os professores, ao serem questionados sobre o uso de ambas as metodologias destacam que esse tipo de abordagem abre muito a discussão e diversos questionamentos podem surgir.

P2: "O professor também tem receio das perguntas que podem vir dos alunos, porque tem alunos espertalhão que ele chega e [...] vai logo à deficiência. E realmente, às vezes, você não consegue, né? Como você foi pego no susto, na hora, dá uma explicação plausível [...] Você tá em uma sala de aula, ser questionado sobre algo e não saber responder. Então, isso é complicado. Então, talvez, por isso, os professores são muitos fechados ainda."

O fato de limitar os questionamentos, impedindo um debate mais aberto prejudica a *Abordagem CTS* que, segundo Acevedo Diaz (1996), nesse tipo de metodologia, são necessárias estratégias que indaguem os alunos a participarem mais ativamente das aulas. Porém, essas táticas ainda têm muita resistência por parte dos professores. Pode-se então afirmar que as aulas devem ser interativo-



dialógica ou interativo/de autoridade. Ambas são apresentadas por Mortimer e Scott (2002). A primeira tem como principal o professor, e os alunos explorando as ideias de forma conjunta, elaborando questionamentos de forma interativa. Já, a segunda, o professor, por meios de perguntas, conduz os alunos ao objetivo da aula. Esses são os métodos que favorecem o desenvolvimento da *Abordagem CTS* e da *Experimentação investigativa*. Isso, devido a indagarem os alunos a participarem das aulas. Com base nos trechos acima, pode-se deduzir que os professores preferem aulas não interativo/dialógicas, nas quais o professor apresenta vários pontos de vista, dando ênfase às semelhanças e diferenças, ou aulas não interativo/de autoridade, nas quais o professor apresenta um ponto de vista. Ambas são também apresentadas por Mortimer e Scott (2002).

As limitações causadas pela *Dimensão pedagógica* não foram apenas identificadas no processo de aplicação da SEA – Experiência de ensino I; SEA do pesquisador. Elas aparecem fortemente no processo de reformulação do material do pesquisador. A primeira delas foi a introdução de um texto sobre os gases poluentes. É uma alteração positiva, pois mostra a preocupação dos professores para com algumas questões ambientais. Essa é mudança essencial, pois fortalece a *Abordagem CTS* que é que busca a solução de problemas de ordem social e pessoal, permitindo a interação entre a ciência, a sociedade e a tecnologia (MARCONDES et al., 2009). A alteração não prejudica a natureza da SEA, pois ela fortalece a *Abordagem CTS* que é um dos focos do material. É uma mudança na estrutura da SEA que apresentava essa discussão em atividades e não na forma de texto. Foi uma iniciativa apresentada por P1, quando afirma que prefere discutir esses temas em sala, pois os alunos não apresentam interesse em realizar tarefas e pesquisas. Logo, a dimensão motivadora dessa alteração é a pedagógica.

P1: "[...] ele só tem um pouco de preguiça de pensar, eles têm aquela [...], se eles tiverem aquela ideia, pronto! Mas eles não tentam reformular [...] não passe nada para casa, não. Porque eles só pegam e colam e fazem cópia do outro [...]"

Outra alteração sugerida pelos professores é a substituição de um experimento por outro. Na aula 3, foi apresentado um experimento que consistia no aquecimento de água em uma colher para demonstrar a transferência de calor. Porém, os professores substituíram esse experimento pelo aquecimento de água

dentro de um balão de ar, pois, dessa forma, o experimento gera maiores curiosidades nos alunos, por ser feito com material que deveria queimar ao fogo, porém, isso não ocorre, devido a presença de água dentro do balão. Observa-se uma mudança estrutural que busca especificamente melhoria na dinâmica em sala de aula. Os professores em outras falas citaram a insatisfação dos alunos com o experimento presente nessa aula, visto como uma “besteira” por ser muito simples. Logo, é uma mudança que busca melhor interação em sala de aula, sendo uma mudança com motivação pedagógica. Maldaner (2000) fala que os alunos relacionam a Química a experimentos espetaculares, como explosões, vidros estranhos e coisas inexplicáveis; ideias reforçadas pela mídia, filmes de ficção, entre outros meios. Cabe aos professores mudar esta visão dos alunos.

P1: "[...] é água dentro da bexiga e o outro é com copo de papel. Aí, ambos, você coloca a água dentro e aquece. Aí, ver a transferência de calor. Aí, os alunos acham que vai estourar o balão com água quando você começa a aquecer [...]"

P: "Qual seria a vantagem de trocar esse experimento?"

P1: "[...] é questão de chamar mais atenção pelos materiais, só isso. Mas a essência é totalmente a mesma [...]"

Uma das atividades experimentais propostas não gerou muito a aprendizagem numa das turmas. Segundo P1, seus alunos tiveram muita dificuldade na discussão do experimento, pois, por não terem uma base teórica dos anos anteriores, tiveram dificuldades de entender e discutir sobre a atividade. Lauxen, Binsfeld e Zanon (2008) ressaltam que nem sempre as atividades experimentais conseguem relacionar a teoria com as observações feitas em sala de aula. Nesse caso, os alunos não conseguiram relacionar as observações, devido à falta de base sobre alguns conhecimentos da Química, segundo a própria professora.

P1: "Eles trocam o tipo da reação. Eles acham que o que aquece é a reação endotérmica. O que está geladinho é a exotérmica. Eles confundem, então."

PP: "[...] se eles confundem, não está boa ainda [...]"

P1: "[...] discuti a teoria do calórico, a fórmula. Depois fomos para o experimento e depois do experimento teve a discussão. A discussão maior é depois do experimento. Os meus alunos sentiram um pouco de dificuldade [...] eles não sabiam nem se colocasse uma reação o que era aquela reação  $\text{CO}_2$ . Eles nem sabiam que o C era o Carbono e [...] não sabiam o que era reagente “p” que era [...]"

PP: "Essa SEA não estava pronta. Então, para você aplicar para a SEA turma, por quê?"

P1: "Olhe! Estava e não estava. Eles tiveram dificuldade nessa parte da demonstração das reações."

PP: "Então, por que você escolheu esses alunos?"

P1: "[...] [as demais turmas estavam envolvidas com projetos do PIBID] eu achei assim como uma oportunidade para levar algo diferente para eles. Foi esse o meu critério. O EJA não tinha como aplicar [...]"

O pesquisado P1 mantém o experimento, devido à grande participação dos alunos na aula. Porém, já que conheciam essas dificuldades na formação dos alunos, uma atividade durante alguma aula poderia sanar essa lacuna percebida. Mas, caso essa atividade tenha sido apenas descoberta após a aplicação da SEA, uma questão no pré-teste poderia ser elaborada para tentar descobrir a existência dessa dificuldade no início, para que atividades ajudem a eliminar o problema. Todavia, nada foi feito, permanecendo a SEA da mesma forma. O pesquisado P2 afirma que a discussão foi boa, que não teve problema com a aplicação da atividade proposta na aula 06 e que não teve este mesmo problema, pois a turma já estava com ele há dois anos.

P2: "Lá, os alunos conseguiram. O professor foi eu, né? no primeiro ano [...] nessa aí, não mudaria nada. Deu tudo certo."

A *Dimensão pedagógica* também influencia na Experiência de ensino II (SEA elaborada pelos pesquisadores). Necessita-se da apresentação de aulas da SEA para melhor discussão. Isso é feito no quadro 3.

**Quadro 3** - Aulas e objetivos da SEA elaboradas pelos professores sobre Cinética

<b>Aulas</b>	<b>Objetivos</b>
<b>Aula 01 – A Velocidade das reações químicas no nosso dia a dia</b>	Apresentar e discutir situações do cotidiano para que os alunos possam identificar a importância de se entender e controlar a rapidez de diferentes reações.
<b>Aula 02 – Teoria das colisões (complexo ativado e energia de ativação)</b>	Compreender passo a passo como ocorre uma reação química em nível atômico molecular.
<b>Aulas 03 e 04 – Fatores que influenciam na velocidade da reação – temperatura e superfície de contato</b>	Mostrar, na prática, como e quais os fatores que influenciam na velocidade de uma reação.
<b>Aulas 05 e 06 – Fatores que influenciam na velocidade da reação – concentração e catalisador</b>	Mostrar, na prática, como e quais os fatores que influenciam na velocidade de uma reação.

<b>Aula 07 – Extintores de Incêndio</b>	Aplicar todo o conhecimento trabalhado durante as aulas anteriores de forma contextualizada.
---	--

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

Como é possível observar no quadro 3, a *Abordagem CTS* é apenas abordada nas aulas 1 e 7. A aula 1 trata de tema do cotidiano como a importância dos *airbags* e sobre a formação da ferrugem. Já, a aula 7 trabalha com a utilização dos extintores e suas características, focando no porquê existem diferentes tipos de extintores. Como é possível observar no seguinte trecho:

P1: "A química do *airbag*, e também junto com ele, do *airbag* que demonstra reações de forma rápida, e também junto com ele vem outro texto sobre a formação da ferrugem que já é uma reação química mais lenta."

P2: "Essa questões dos extintores [...] em diversas situações né? [...] é um tema que abordaria também a combustão [...] os fatores que influenciam."

As demais focam atividades experimentais e aula expositiva. Isso foi questionado pelo pesquisador, como é possível observar nos trechos abaixo:

P: "E sobre a *Abordagem CTS*, eu percebi que na aula 1, vocês trazem um tema do cotidiano. Aí, depois, vocês passam a trabalhar com experimentos nas demais aulas e, na aula 7, vocês voltam com os extintores, que é um tema CTS. Não é comparando, é uma forma de entender, por que as duas sequências [...] vejo aqui que todos os experimentos, os alunos gostaram bastante, deu [...] certo as aulas. E você percebia que na outra sequência, as questões eram [...] bem contextualizadas, e nesse, não. Você percebe que as questões são mais diretas, né? Vocês não sentiram falta da *Abordagem CTS* durante essas aulas? Das experimentais?"

P2: "[...] a ideia foi questão de ser mais prático mesmo até pelo tempo de elaboração que a gente tinha [...] Foi mais ou menos pensado assim. Então, nós criamos uma sequência que atingisse nossos objetivos, que era de mostrar o que é Cinética, de trazer exemplos de como ela acontece, como a gente pode observar na prática; de abordar textos que sejam curtos também e de trazer uma explicação que seja também teórica pra aquilo que está acontecendo. A gente observa que teve menos contextualização, mas nós partimos de uma ideia de tema CTS no início, e procurou fechar também fazendo uma aplicação desse conteúdo."

P1: "Então, os alunos, eles reclamam muito dessa questão do questionamento. A gente já discute os textos, o experimento. Aí, vêm perguntas novamente com entrelinhas; faz eles pensarem mais pra responderem, e assim, se as questões forem mais diretas como já tinha tido toda uma discussão no experimento e nos textos, a ideia deles pra expor, fica mais claro, fica mais fácil de eles entenderem [...]"

Percebe-se nos trechos apresentados no parágrafo anterior que, para os professores, a *Abordagem CTS* não precisa necessariamente ser levada por toda a

sequência. Uma das justificativas utilizadas pelo P2 foi o tempo de elaboração, porém, os professores tiveram aproximadamente 30 dias para elaborar a SEA. O tempo de elaboração de um material é relativo e depende de vários fatores. Logo, não se pode basear nesse argumento para fazer uma discussão mais profunda. Porém, P1 fala que os alunos não gostam de perguntas contextualizadas, e que preferem perguntas diretas. Pode-se relacionar esta fala de P1 à fala de Lord e Orkwiszewski (2006). Para estes autores, a experimentação do tipo receita de bolo, a qual aqui chamamos de ilustrativa, a princípio, gera motivação, porém, os resultados prontos que não estimulam o raciocínio acabam tornando os experimentos monótonos, fazendo com que estes desmotivem os alunos. Silva e Zanon (2000) falam que a experimentação tem sido considerada por muitos como apenas uma atividade de manipulação, e não como uma atividade cognitiva. Por isso, muitas vezes basta para o professor que o aluno manipule o experimento, porém, isso não significa que o aluno esteja realmente aprendendo. Durante a discussão do processo de aplicação, os professores destacam que as aulas aconteceram de forma bastante tranquila, com os alunos motivados e discutindo o conteúdo. Como observado nos trechos a seguir:

P1: "Os alunos mesmos que fizeram o experimento, fui acompanhando em grupo, bem tranquila a aula [...]"

P2: "[...] eles conseguiram visualizar. Foi mais rápida do que a que não tinha. Só que aí, foi por questionamento. Eu perguntei se eles sabiam o que era que tinha na batata, que acelerava, e tal. Aí, eles foram pesquisar na *internet* da escola, ver as características da batata. Eles descobriram que a batata tem a presença de uma proteína catalase."

P1: "[...] a minha também foi bastante válida, eles também não tinham ideia de como, de que existia, que existe essa enzima catalase na batata, que acelera a reação como catalisador."

P1: "Contribuiu, a apresentação de textos. A questão experimental também ajuda muito, porque é uma coisa que eles não estão habituados no dia a dia."

As falas acima mostram que o fato de a aula ocorrer de forma tranquila, e de os alunos participarem, já é o suficiente para os professores classificarem a experimentação como proveitosa.

A figura abaixo apresenta questões da SEA apresentadas na Experiência de ensino I (SEA do pesquisador) e questões formuladas pelos professores na

Experiência de ensino II (SEA dos professores). O objetivo é apresentar o nível de contextualização nas questões.

**Figura 11** - Questão problematizadora do pesquisador e dos professores

Questão Problematizadora Pesquisador	Questão Problematizadora Professores
<ul style="list-style-type: none"> <li>O combustível é a fonte primária de energia que permite que o carro funcione. Isso ocorre devido ao motor à explosão, onde se processa a combustão. A gasolina, álcool, diesel e gás natural, geralmente utilizados como combustíveis nos motores a explosão. Considerando essas informações procure apresentar uma explicação de como isso funciona. Explique detalhadamente o funcionamento de um motor à combustão interna (maioria dos veículos atuais). Qual o papel da combustão nesse processo?.</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Que características deve ter uma reação química para ser usada nos airbags?</li> <li>2) Cite algum método que possa impedir a formação de ferrugens.</li> </ol>

**Fonte:** Arquivo do autor, 2015.

Como é possível observar na figura 11, o pesquisador preocupa-se mais com a *Abordagem CTS*, na elaboração das questões, visto que a questão apresenta toda uma problemática sobre o funcionamento do motor a combustão. Vale ressaltar que essa questão é apresentada após várias discussões sobre a combustão e sobre os antigos motores de combustão desde a revolução industrial. Os professores argumentam que os alunos não gostam desse tipo de questão, como é possível observar no trecho a seguir:

P1: "Os alunos, eles reclamam muito dessa questão do questionamento. A gente já discute os textos, o experimento. Aí, vêm perguntas novamente com entrelinhas; faz eles pensarem mais pra responderem."

Por isso, optam por questões diretas como a apresentada na figura 11, na seção "questão problematizadora professores". Nota-se que a questão busca repostas diretas que envolvem apenas o conceito químico; respostas que podem ser copiadas de livro didático, sem a necessidade de reflexão.

## 5.4 Dimensão didática

A *Dimensão didática* está relacionada à estrutura física e ao funcionamento da escola e como isso influencia no desenvolvimento de algumas atividades escolares. Na *Dimensão didática*, as reclamações dos professores se concentram no pouco tempo para trabalhar uma grande quantidade de conteúdo. Os professores têm apenas duas aulas semanais de 50 minutos, sendo que boa parte dos alunos são de povoados e dependem de transporte. Isso acaba atrasando as aulas, reduzindo ainda mais o tempo.

Outro eixo central da SEA é a experimentação na qual a *Dimensão didática* influencia bastante. Os professores concentram as reclamações na estrutura e na falta de material. Uma alternativa é a utilização de material alternativo, porém, P2 fala que mesmo sabendo dessa possibilidade, o professor tem diversas aulas para planejar e acaba tendo pouco tempo para dedicar à busca de experimentos com materiais diversos.

P2: "Porque tem a questão também, eu fico preocupada com o tempo, quantidade de conteúdo, sabe? São fatores que influenciam nisso, também; [...] eu uso é material alternativo e ainda saiu tudo isso do meu bolso, então a escola não me dá suporte nenhum [...]"

Guimarães (2009) destaca que, apesar de estimular a curiosidades dos alunos, o laboratório não é eficaz. Caso os alunos não sejam desafiados cognitivamente. Já, Salvarego e Laburú (2009) falam que uma aula experimental; não necessita de aparelhos ou reagentes sofisticados, mas sim de uma boa organização que possibilite reflexões e discussões. Logo, os professores podem optar por materiais alternativos de baixo custo.

Na Experiência de ensino II (SEA elaborada pelos professores), ficou claro que a *Dimensão didática* foi determinante na escolha dos conteúdos que seriam trabalhados na nova SEA. Após muita discussão, os professores optaram por elaborar uma SEA sobre Cinética. Outros temas foram citados, porém, a dificuldade para encontrar materiais para experimentações fez com que fossem abandonados. Os professores iniciaram a discussão pensando em elaborar uma SEA sobre algum dos conteúdos do terceiro ano.

P1: "[...] eu tinha vontade de elaborar alguma do terceiro ano. Assim, porque tem pouquíssimas sequências; têm muitas do segundo, algumas do primeiro, mas do terceiro eu nunca vi nenhuma sequência do terceiro ano."

Como pode-se observar no trecho abaixo, a dificuldade de se encontrar experimentos com materiais acessíveis foi fundamental para que os professores abandonassem a ideia de trabalhar com os conteúdos normalmente abordados no último ano do ensino médio.

P1: "A gente podia fazer um estudo, porque no terceiro ano, tem essa parte, carboidratos, ácidos nucleicos e os glicídios e proteínas, isso. Aí, eles trabalham no livro do terceiro ano essa parte da Bioquímica, só que com as funções orgânicas. É uma sugestão."

P2: "[...] só que pra fazer experimento?"

P1: "Então, isso aí, tudo bem! A questão é a experimentação. Que tipo de experimento iremos aplicar? Assim, porque teria que ser um experimento que puxa um pouco da Biologia. Aí, experimentação nessa parte é mais difícil [...]"

Vale ressaltar que a preocupação dos professores está ligada ao fato de que as escolas não apresentam suporte para a realização de experimentos complexos, ou que exijam qualquer material de laboratório. Pensando sempre em experimentos que possam ser feitos sem problemas em sala de aula e com materiais alternativos.

A escolha dos conceitos relacionados à Cinética teve a ver com a facilidade em encontrar materiais e experimentos alternativos observáveis, até no dia a dia. Isso fica claro nos seguintes trechos:

P1: "Cinética é um tema legal [...]"

P2: "[...] a gente pode abordar a velocidade de apodrecimento das frutas, alguma coisa assim do tipo."

P1: "[...] analisando o decorrer das aulas [...]"

De fato a *Dimensão didática* influencia as atividades desenvolvidas em sala de aula. As experimentações da SEA da Experiência de ensino I só foram realizadas, devido ao contato direto dos professores com a universidade que deu suporte com alguns materiais e reagentes. Na SEA elaborada na Experiência de ensino II, os experimentos foram criteriosamente escolhidos pelos professores para que materiais alternativos fossem utilizados. Assim, não foi necessário o suporte da universidade, sendo este um ponto bastante positivo, pois os docentes começaram a trabalhar dentro de sua realidade. Porém, isso não significa que a luta por melhores condições e laboratórios deve ser encerrada.



O sistema organizacional da escola prejudica a *Abordagem CTS*. Segundo os professores, as poucas aulas semanais e o pouco tempo de aula acabam fazendo com que temas sociais sejam ignorados, sendo os conteúdos privilegiados, como se pode observar:

P2: "É porque, às vezes, você apresenta os conceitos a eles, na maioria das vezes, por falta de tempo, pela realidade da escola. Você não traz esse aporte histórico, né? [...] essa contextualização e fica meio solto né? [...]"

Vale ressaltar que, na Experiência de ensino I (SEA do pesquisador), os professores falaram da preocupação com o tempo e com o material experimental, mas isso não os impediu de aplicarem a SEA na íntegra, visto que o pesquisador no Estudo-piloto I e II aplicou a SEA em escolas com realidades semelhantes à dos professores da Experiência de ensino I e produziu a SEA pensando na aplicação dos experimentos com material alternativo. Logo, nota-se maior preocupação e influência da dimensão didática na SEA produzida pelos próprios professores, que foram criteriosos na escolha do tema e dos experimentos.

As dificuldades impostas por cada dimensão aqui exposta interferem na autonomia do professor na escolha do plano de aula. Assim, os mesmos optam por trabalhar o livro de forma integral. Para P2, o livro deve ser a principal ferramenta, visto que o governo faz um grande investimento em livros didáticos, sendo, então, ideal que eles sejam um material primário em sala de aula. Já, P1 defende que a SEA pode ser usada em conjunto com o livro. Porém, a mesma fala que a SEA trabalha de forma mais detalhada, o que não seria possível de fazer com todos os conteúdos. A professora, quando fala que os assuntos na SEA são enxutos, refere-se a não ter tantos conceitos envolvidos. Exemplo, entalpia e Lei de Hess para este tema, mas isso só aconteceu através de leituras e aplicações das primeiras versões da SEA, que possibilitaram uma melhor seleção de conceitos a serem abordados.

Na SEA, são propostos questionamentos, pesquisas, problemas, entre outras atividades, e o livro é perfeitamente a base para a realização dessas atividades, podendo as mesmas serem do próprio livro. Porém, essas falas dos professores podem ter origem numa visão negativa sobre o próprio sistema (Dimensão didática) e principalmente sobre os alunos (Dimensão pedagógica). Para melhor discutir isso, primeiro é necessário ler os depoimentos seguintes:

PP: "Por que você acha que os alunos não têm motivação?"

P2: "Eu acho que já é cultural de lá já [...]"

P1: "Cultural, falta de base familiar."

PP: "Compromete o trabalho com a SEA?"

P2: "Eu acho que não. Assim, porque, por exemplo, caiu como uma luva, essa parte de trabalhar com motor [...] tem uma dinâmica que não fica aquela coisa sonolenta [...] e agora com esse *WhatsApp*, eu já soube que eles têm até grupo [risos] que um responde e ficam mandando as respostas."

P1: "Eu digo também a eles, vocês não usam a inteligência de vocês para o que deviam usar, usam pra coisas fúteis."

P2: "Uns meninos de treze, quatorze anos, tudo nessa fase vão querer estudar? Vai deixar de estar [curtindo] para ver negócio de Química [...]"

P1: "Ah!, P2, você falou a realidade."

Apesar de admitirem que a SEA consiga mudar a dinâmica na sala de aula, isso não é suficiente para que os professores a vejam como instrumento primário para o ensino, pois acredita-se que essa visão de que os alunos não querem aprender está muito presente nesses professores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que os professores apresentam concepções próximas das defendidas na literatura (*Abordagem CTS* e *Experimentação problematizadora*), porém, questões epistemológicas, pedagógicas e didáticas estão influenciando a aplicação desses conhecimentos.

Em relação à *Dimensão pistemológica*, ficou nítida a necessidade dos professores em ensinar todos os conteúdos dos livros. Essa necessidade pode estar relacionada também ao fato de estarem preparando os alunos para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), mas, será esse o único objetivo da escola pública?

A *Dimensão pedagógica* é uma das mais preocupantes, pois o fato de os professores não acreditarem nos alunos e no sistema faz com que eles entrem em sala de aula já desmotivados, sem expectativas nenhuma em relação aos alunos.

A dimensão didática mostra-se uma barreira às experimentações e à *Abordagem CTS*. Os professores mostraram criatividade para superar esta barreira e utilizar materiais alternativos nos experimentos. Porém a parte organizacional da escola (divisão e tempo das aulas) prejudica ainda a *Abordagem CTS*.

O modelo aqui utilizado mostrou-se importante para compreender as dificuldades enfrentadas pelos professores em cada dimensão. Percebeu-se que os mestres optam por experimentação com questionamentos conceituais (sem contexto) e por uma *Abordagem CTS* não constante (apenas em algumas aulas ou em forma de exemplos) na Experiência de ensino II. Isso mostra que a visão dos professores é um pouco diferente da literatura. Porém, essas escolhas são feitas devido à influência do contexto escolar no qual as dimensões estão inseridas e que não favorecem ao uso das metodologias defendidas na literatura.

A SEA construída pelos professores sofreu apenas reformulações estruturais, que não alteram a natureza da SEA. Os docentes fazem suas opções metodológicas e as mantêm, devido ao sucesso na aplicação do material construído e aplicado por eles. Era esperado esse tipo de opção por parte dos professores, visto que a Experiência de ensino I foi a única experiência deles com um material didático focado na *Experimentação problematizadora* e com uma *Abordagem CTS* constante.

Acreditamos que a *Abordagem CTS* e a *Experimentação problematizadora* pode proporcionar uma melhor formação dos alunos, principalmente pensando na

escola como formadora de cidadãos. Porém, não podemos criticar friamente os professores por não optarem por essas metodologias. Deve-se dar aos professores a oportunidade de apresentar suas ideias, seus pensamentos, suas reflexões, a fim de que eles, através da análise da própria prática, cheguem à conclusão sobre qual o melhor método para suas turmas, seja ele o defendido na literatura ou não.

## REFERÊNCIAS

- ANGOTTI, J. A. Conceitos unificadores e ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. Florianópolis, v. 15, n. 1 a 4, p. 191-98, 1993.
- ARTIGUE, M. Ingénierie didactique. In: ARTIGUE, M., et al. (Org). **Didactique des mathématiques**. Paris: Delachaux et niestlé, 1996. p. 243-74.
- AULER, D. Alfabetização científico-tecnológica: um novo “paradigma”? Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciência. [S.l.], v. 51, n. 5, p. 1-16, 2003.
- \_\_\_\_\_. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**. Cidade, v. 1, (número especial), p. 1-20, nov. 2007.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 1-13 2001.
- BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. D. Tornando-se professores de ciências: crenças e conflitos. **Ciência & Educação**. [S.l.], v. 9, n. 1, p. 1-15, 2003.
- BRADY, J. E.; HUMISTON, G. E. **Química geral**. Tradução de C.M.P Santos; R. B. Faria. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- BROUSSEAU, G. **Ed. Introdução ao estudo das situações didáticas**: conteúdos e métodos de ensino. 1. ed. São Paulo: Ática, 2008.
- BROWN, S. C. The caloric theory of heat. **American Journal of Physics**, [S.l.], v. 18, 1950. p. 367-73.
- BUENO, W. A.; LEONE, F. A.; DEGRÈVE, L.; BOODTS, J. F. C. **Química geral**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1978.
- CACHAPUZ, A. F. **Ensino das ciências e mudança conceptual**: estratégias inovadoras de formação de professores. In: \_\_\_\_\_ (Org.). **Ensino das ciências**. Lisboa: Instituto de Inovação Educacional, 1997. p. 145-64.
- \_\_\_\_\_. Epistemologia e ensino das ciências no pós-mudança conceptual: análise de um percurso de pesquisa. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 2., 1999, Vallinhos. **Atas ...**, Vallinhos, 1999.
- CHASSOT, A. A ciência através dos tempos. 8. ed. São Paulo: Moderna, 1994. (Coleção Polêmica).
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematização. In: PIETROCOLA, M.aurício (Org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: UFSC, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 2. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

DELIZOICOV, D.; PIERSON, A. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.

DIAS, R. E.; LOPES, A. C. Competências na formação de professores no Brasil: o que (não) há de novo. **Educação e Sociedade**. Campinas, vol. 24, n. 85, p.1155-77, dezembro de 2003.

ACEVEDO, J. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS. Una breve revisión del tema. *Alambique*. v.3, 1995. Disponível em: <<http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo5.htm>>. Acessado em 27 Jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*, v.13, 1996. Disponível em: <http://www.campusoei.org/salactsi/acevedo2.htm>.

DRIVER, R.; OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**. [S.l], n. 13, p. 5-12, 1986.

DUIT, R. A model of educational reconstruction as a framework for designing and validating teaching and learning sequences. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM DESIGNING AND VALIDATING TEACHING-LEARNING SEQUENCES IN A RESEARCH PERSPECTIVE, 2000, Paris, **Annals ...** Paris: [s.n.], 2000. p. 23-5.

EICHLER, M. L.; DEL-PINO, J. C. A produção de material didático como estratégia de formação permanente de professores de ciências. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 9, n. 3, p. 633-656, 2010. Disponível em: <[http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART8\\_Vol9\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen9/ART8_Vol9_N3.pdf)> Acesso em: 13 jan. 2016.

FERREIRA, L. H. HARTWING, D. R. OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental: uma abordagem investigativa contextualizada. **Química Nova na Escola**. [S.l], v. 32, n. 2, p. 101-6, 2010.

FITZSIMMONS, S. J.; KERPELMAN, L. C. The national perspective. In: \_\_\_\_\_. (Ed.). **Teacher enhancement for elementary and secondary science and mathematics**: status, issues, and problems. Washington: National Science Foundation, 1994.

FRANSCISCO JR, W. E.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova na Escola**. [S.l], n. 30, p. 34-41, nov. 2008.

GAUCHE, R. et al. Formação de professores de química: concepções e proposições. **Química Nova na Escola**. [S.l], n. 27, p. 26-9, fev. 2008.

GAUTHIER, Clemont. **Por uma teoria da pedagogia**: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

GIBBS, J. W. On the equilibrium of heterogeneous substances. \_\_\_\_\_. (Ed.). **The scientific papers of J. Willard Gibbs**. New York: Dover, 1961. (v. 1).

GIORDAN, M.; GUIMARÃES, Y. A. F.; MASSI, L. Uma análise das abordagens investigativas de trabalhos sobre sequências didáticas: tendências no ensino de ciências. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., 2011, Campinas. **Anais...** Campinas: ABRAPEC, 2011. p. 1-13

GÓMEZ, R. J. Progreso, determinismo y pesimismo tecnológico. **Redes**. Buenos Aires, v. 4, n. 10. 1997. p. 59-94.

LAKERVELD, J.; NENTWING, P. Scholl-based inservice education. **Educational Leadership**. Washington, v. 53, n. 6, p. 68-71, 1996.

LEACH, J.; SCOTT, P. The concept of learning demand as a tool for designing teaching sequences. In: MEETING RESEARCH-BASED TEACHING SEQUENCES, 7., 2000, **Annals...** Paris: Université Paris, 2000. p. 1-23. Disponível em: < <http://www.education.leeds.ac.uk/assets/files/research/cssme/LeachScottSequences.pdf>>. Acesso em: nov. 2015.

LEWIS, G.; RANDALL, M. **Thermodynamics and the free energy of chemical substances**. Nova Iorque: McGraw-Hill, 1923.

LIJNSE, P. Didactics of science: the forgotten dimension in science education research? In: MILLAR, R.; LEACH, J.; OSBORNE, J. (Ed.). **Improving science education** – the contribution of research. Buckingham: Open University Press, 2000. p. 308-26.

LINJSE, P. KLAASSEN, K. Didactical structures as an outcome of research on teaching-learning sequences? **International Journal of Science Education**. [S.l.], v. 25, n. 5, p. 537-54, 2004.

LORD, Thomas; ORKWISZEWSKI, T. Moving from didactic to inquiry-based instruction. In: \_\_\_\_\_ (Ed.). **A science laboratory**. [S.l.]: National Association of Biology Teachers, 2006. p. 342-45.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química professor/pesquisador**. 2. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijui, 2006.

MARCONDES, M. E. R. et al. Materiais instrucionais numa perspectiva CTSA: uma análise de unidades didáticas produzidas por professores de química em formação continuada. **Investigação em Ciências**. [S.l.]: v. 14, n. 2, p. 281-98, 2009.

MAZZEU, F. J. C. Uma proposta metodológica para formação continuada de professores nas perspectiva histórico-social. **Cadernos CEDES**, Campinas, v. 19, n. 44, p. 59-72, 1998.

MÉHEUT, M. Teaching learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSNA, K.; GOEDHART, M.; JONG, O.; EIJKELHOF, H. (Ed.). **Research and the quality of science education**. Dordrecht: Springer, 2005. p. 195-207.

MÉHEUT, M.; PSILLOS, D. Teaching-learning sequences: aims and tools for science education research. **International Journal of Science Education**, [S.l.], v. 26, n. 5, p. 515-35, 2004.

MENEZES, A. M. et al. Validação de sequências de ensino-aprendizagem em aulas de química de escolas secundárias do estado de Sergipe-Brasil. **Enseñanza de las Ciencias**. Número especial. p. 3302-07, 2013.

MOLOHIDES, A. et al. An european project on materials science: the case of thermal conductivity teaching – learning sequence. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF THE BALKAN PHYSICAL UNION, 7., 2009, [S.l.]. **Anais ...** Alexandroupolis: American Institute of Physics, 2009. p. 1388-94.

MORTIMER, E. F.; AMARAL, L. O. F. Quanto mais quente melhor: calor e temperatura no ensino de termoquímica. **Química Nova na Escola**. [S.l.], n. 7, p. 30-40, maio 1998.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. **Meaning making in secondary science classrooms**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E.F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**. Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID94/v7\\_n3\\_a2002.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID94/v7_n3_a2002.pdf)>. Acesso em: jan. 2016.

NÓVOA, António. (org.). **Vidas de professores**. Porto: Porto Editora, 1995.

NURKKA, N. Use of transfer teachers in developing a teaching-learning sequence: a case study in physiotherapy education in Finland. **NorDiNa**, Finland, v. 4, n.1, p. 9-22, 2008.

OGBORN, J. Constructivist metaphors of learning science. **Science & Education**, [S.l.], n. 6, p.121-33, 1997.

PAIS, L. C. **Didática da matemática**: uma análise da influência francesa. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PEDROSA, M. A. Integrando inter-relações CTS em ensino de química – dificuldades, desafios e propostas. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 16., 2001, [S.l.]. **Anais ...** Braga-Portugal: Asociación dos Ensinantes de Ciencias de Galicia,. 2001. p. 79-86.

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, [S.l.], v. 7, n. 2, p. 125-53, 2001.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de problemas**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

PRIETO, T.; GONZÁLEZ, F. J.; ESPAÑA, E. Las relaciones CTS en la enseñanza de las ciencias y la formación del profesorado. In: MARTINS, I. P. (Org.). **O movimento CTS na Península Ibérica**. Aveiro: Universidade de Aveiro, 2000.



ROSA, M. I. F. P. S. SCHNETZLER, R. P. A Investigação-ação na formação continuada de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 27-39, 2003.

RUSSEL, J. B. **Química geral**. Tradução de D. L. Sanioto et al. São Paulo: Makron Books, 1994.

SACHS, I. Brasil e os riscos da modernidade. **Ciência Hoje**. Rio de Janeiro, v. 20, n. 119, p. 12-14, 1996.

SANTOS, W. L. P. **O ensino de química para formar o cidadão**: principais características e condições para a sua Implantação na escola secundária brasileira. 1992. 233, f. Dissertação (Mestrado em Educação)–Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1992.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 22., 1999, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: Sociedade Brasileira de Química, 1999.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS – ciência-tecnologia-sociedade – no contexto da educação brasileira. **Ensaio**. Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 133-62, 2000.

SCHNETZLER, R. P. Concepções e alertas sobre a formação continuada de professores de química. **Química Nova na Escola**. [S.l.], n. 16, p. 15-20, nov. 2002.

SCOTT, P.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. The tension between authoritative and dialogic use of transfer teachers in developing a teaching-learning sequence – a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lesson. **Science Education**, [S.l.], p. 1-27, Apr. 19, 2006.

SCOTT, P.; MORTIMER, E. F.; AGUIAR, O. G. The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lesson. **Science Education**. [S.l.], 2006.

SILVA, J. L. D. P. B. Por que não estudar entalpia no ensino médio. **Química Nova Escola**. [S.l.], n. 22, p. 22-5, nov. 2005.

SILVA, J. L. P. B. et al. Dimensão prática na licenciatura em química da Universidade Federal da Bahia. In: ECHEVERRIA, A. R.; ZANON, L. B. (Org.). **Formação superior em química no Brasil**: práticas e fundamentos curriculares. Ijuí: Unijuí, 2010. p. 93-118. (Coleção Educação em Química).

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R. P. (Org.). **Ensino de ciências**: fundamentos e abordagens. São Paulo: R. Vieira Gráfica e Editora Ltda, 2000. p. 120-53.

SILVA, W. L. **Contribuições da elaboração de sequências de ensino aprendizagem tratando das tendências da interdisciplinaridade, cotidiano e história da ciência no âmbito da formação de professores da Universidade Federal de Sergipe**. 2014. 184 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História

das Ciências)–Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2014.

SUART, R.C; MARCONDES, M.E.R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos de ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, 2008.

TARDIF, Maurice; RAYMOND, Danielle. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação & Sociedade**, n.73, p.209-44, dez. 2000.

TENREIRO-VIEIRA, C.; VIEIRA, R. M. Construção de práticas didático-pedagógicas com orientação CTS: impactos de um programa de formação continuada de professores de ciências do ensino básico. **Ciência e Educação**, [S.l.], v. 11, n. 2, p. 191-211, 2005.

VAILLANT, D.; MARCELO, C.G. (Org.). **Quién educará a los educadores?** Teoría y práctica de la formación de formadores. Montevideo: Productora Editorial, 1998.

VIIRI, J.; SAARI, H. Teacher talk in science education. In: LAINE, A.; LAVONEN, J.; MEISALO, V. (Ed.). Current research on mathematics and science education. Helsinki: Yliopistopaino, 2004. p. 448-66.

\_\_\_\_\_. Teacher talk patterns in science lessons – use in teacher education. **Journal of Science Teacher Education**, Issue, n. 17, p. 347-65, 2006.

WARTHA, E. J.; SILVA, E., L.; BEJARANO, R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química Nova na Escola**, [S.l.], v. 35. n. 2, p. 84-91, 2013.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução de Ernani F. F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZEICHNER, K. M. Alternative paradigms of teacher education. **Journal of Teacher Education**, Washington, v. 34, n. 3, p. 3-9, 1983.